

**UNTERSUCHUNGEN
ÜBER DAS FARBSEHVERMÖGEN
DES SCHAFES**

Gotlind Riese

1975



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41551910_0009

Aus dem Institut für Tierzucht und Tierhygiene
Lehrstuhl für Tierzucht
des Fachbereichs Tiermedizin der Universität
München

Vorstand: Prof. Dr. H. Kräußlich

Arbeit angefertigt unter Leitung von
Priv.-Doz. Dr. Dr. H. H. Sambras

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DAS FARBSEHVERMÖGEN
DES SCHAFES

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
des Fachbereichs Tiermedizin
der Ludwig-Maximilians-Universität München



von
Gotlind Riese
aus
Wildbad

München 1975

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs
Tiermedizin der Universität
München

Dekan: Prof. Dr. B. Vollmerhaus
Referent: Priv.-Doz. Dr. Dr. H. H. Sambraus
Korreferent: Prof. Dr. W. Leidl

Tag der Promotion: 18. Juli 1975



Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung	1
2. Literatur	2
3. Material und Methode	
3.1 Versuchstiere	4
3.2 Methode	
3.2.1 Prinzip der Untersuchung	4
3.2.2 Wahl der Methode	5
3.2.3 Versuchsanordnung	6
3.2.3.1 Futterbehälter	6
3.2.3.2 Futter	7
3.2.3.3 Herstellung und Eichung der Farb- und Grautafeln	8
3.2.3.4 Auswahl der Grautafeln	10
3.2.3.5 Beobachterstand	11
3.2.3.6 Warteteil	11
3.2.3.7 Seitenwechsel	12
3.2.4 Ablauf und Dauer der Wahlen	13
3.2.5 Statistische Auswertung der Ergebnisse	15
3.2.6 Dressurverlauf	16
3.2.7 Bemerkungen zur Dressureignung der einzelnen Versuchstiere	23
4. Verlauf der Untersuchung und Ergebnisse	
4.1 Versuchsreihe I Rot gegen Grau	26
4.2 Versuchsreihe II Grün gegen Grau	27
4.3 Versuchsreihe III Blau gegen Grau	27
4.4 Versuchsreihe IV Gelb gegen Grau	28
4.5 Versuchsreihe V Violett gegen Grau	29
4.6 Versuchsreihe VI Orange gegen Grau	29
5. Diskussion	55
6. Zusammenfassung (Summary)	63
7. Literaturverzeichnis	65

1. Einleitung

Das Farbsehvermögen des Schafes wurde bereits von TRIBE und GORDON (1949) untersucht. Sie kommen zu dem Ergebnis, daß Schafe keine Farben sehen. Die Untersuchung beschränkt sich allerdings auf zwei Farben und muß daher als unvollständig angesehen werden. Damit ist das Schaf das einzige Haustier, das in dieser Frage noch nicht eingehend untersucht worden ist. Es erschien daher zur Abrundung unserer Kenntnisse von den Sinnesleistungen der Haustiere sinnvoll, das Farbsehvermögen des Schafes erneut zu prüfen.

Ferner ist gerade beim Nutztier auch zu Überlegen, wie das Farbsehvermögen zur Verbesserung der Haltungsbedingungen eingesetzt werden könnte. Für Milchkühe in Offenstallhaltung hat z.B. CENA (1964) bereits einen Vorschlag gemacht. Danach sollen die Liegeboxen verschiedenfarbig markiert werden, damit die Tiere ihre Lieblingsplätze leichter finden bzw. andere Plätze, die von ranghöheren Tieren bevorzugt werden, besser meiden können. Sie hätten so die Möglichkeit, Auseinandersetzungen zu umgehen. Wie sich eine solche Einrichtung bei Kühen bewährt bleibt abzuwarten. Es ist aber nicht auszuschließen, daß sie sich als sinnvoll erweist und damit auch bei anderen Tieren in entsprechender Form an Interesse gewinnt.

2. Literatur

Das Farbsehvermögen wurde bereits bei zahlreichen Tierarten untersucht. Die Ergebnisse bis einschließlich 1972 haben AUTRUM und THOMAS (1973) im wesentlichen zusammengefaßt.

Huftiere werden in älteren Arbeiten meist als farbbblind beschrieben. Die Angaben basieren auf theoretischen Überlegungen sowie auf einer unvollständigen Untersuchung von KITTREDGE (1923) beim Kalb, wonach vermutet werden kann, daß das Versuchstier Rot nicht als Farbe sah. Zur Bestätigung dieser Ansicht wird gelegentlich auch eine Untersuchung von STRATTON (1923) beim Rind erwähnt, die aber schon von der Fragestellung her Aussagen zum Farbsehvermögen der untersuchten Tiere nicht ermöglicht. Mit den ersten positiven Ergebnissen konnte die in den älteren Arbeiten vertretene Ansicht korrigiert werden (BUDDENBROCK 1952). Andererseits wird auch noch in einer neueren Veröffentlichung die Meinung vertreten, daß Wiederkäuer wahrscheinlich keine Farben sehen. (GORDON 1970). Der Autor geht dabei allerdings auf die im Folgenden zitierten Arbeiten nicht ein. Er beruft sich auf DARLING (1937), der bei Rothirschen (*Cervus elaphus*) keine Anzeichen für Farbsehvermögen beobachten konnte, sowie auf eigene Untersuchungen über das Farbsehen beim Schaf (TRIBE/GORDON 1949).

KLOPFER und BUTLER (1964) konnten ein Farbsehvermögen beim Schwein nachweisen. Nach GRZIMEK (1952) können Pferde Rot, Blau, Grün und Gelb von Grau unterscheiden. BACKHAUS (1959_b) untersuchte eine Massai-giraffe (*Giraffa camelopardalis tippelskirchi*). Sie erkannte Rot, Blau, Grün, Gelb und Violett sicher als Farben im Vergleich mit Grau und unterschied die Bereiche Blau, Violett, Rot bis Gelb und Grün.

Positive Ergebnisse wurden auch beim Zebu (HOFFMANN 1952), sowie bei der Zwergziege, der Nilgauantilope (*Ovis elaphus tragocamelus*) und beim Rothirsch erzielt (BACKHAUS 1959_a). Danach konnte das Rind (Zebu) Rot, Blau, Grün, Gelb, Orange und Violett von Grau unterscheiden. Es differenzierte außerdem die Bereiche Rot, Orange bis Grün, Blau und Violett. Auch der Zwergziege wurde Grau als Vergleichs-"Farbe" angeboten. Sie erkannte Rot, Blau, Grün und Gelb gegen Grau, unterschied die Bereiche Violett bis Gelb, Gelbgrün bis Grün und Blau voneinander.

Ähnliche Ergebnisse brachte die Untersuchung beim Rothirsch. Er differenzierte allerdings im langwelligen Bereich genauer als die Ziege. Die Nilgauantilope konnte Grün und Blau nicht von Grau unterscheiden. Sie erkannte aber Rot, Orange und Gelb gegen Grau und konnte wahrscheinlich auch Gelbgrün und Rot differenzieren.

TRIBE und GORDON (1949) konnten bei ihren Untersuchungen an Cheviotschafen kein Farbsehen nachweisen. SCHÄFER (1961) kommt aufgrund seiner Erfahrungen mit Karakulschafen ebenfalls zu einer negativen Aussage. Dagegen soll SEITZ ein Farbsehvermögen beim ostpreußischen Landschaf festgestellt haben (unveröffentlicht, nach BUDDENBROCK 1952 und HOFFMANN 1952). DOMANOW (1952) beobachtete, daß Schafe rotes, grünes und violettes Licht unterscheiden können. Bei histologischen Untersuchungen der Retina von Schafen fand ZÜRN (1902) Zapfen. Nach MENNER (1928) kommen Stäbchen und Zapfen im Verhältnis 200:25 vor. Nach der Duplizitätstheorie wäre damit ein Farbsehvermögen beim Schaf denkbar.

3. Material und Methode

3.1. Versuchstiere

Die Abteilung für Andrologie und Künstliche Besamung der Haustiere der Gynäkologischen und Ambulatorischen Tierklinik des Fachbereiches Tiermedizin der Universität München stellte eine Herde von weiblichen Tieren für die Untersuchung zur Verfügung. Die Herde bestand aus 23 Schafen (Merinolandschaf) und sechs Ziegen (Deutsche Bunte Edelziege). Sechs Schafe, mit denen bei der Farb-Dressur besonders gute Fortschritte gemacht werden konnten, wurden für die Untersuchung ausgewählt. Sie trugen die Ohrmarken 21 (5 Jahre alt), 26 und 28 (beide 4-jährig), S, N und J (1 1/2 Jahre alt). Alle Tiere waren bei Beginn der Untersuchung trächtig. Die Lammtermine lagen zwischen dem 1. und 23. Mai und fielen damit in die Versuchszeit der Farbe Rot. Es war nicht vorgesehen, die Lämmer sofort nach der Geburt von den Müttern zu entfernen, sodaß die Wahlen zum Teil in Anwesenheit der Lämmer stattfanden.

Es sollten auch einige Ziegen untersucht werden. Die Dressur begann mit fünf Tieren; blieb aber ohne Erfolg, sodaß sie für die Wahlen nicht verwendet werden konnten. (Vgl. S. 62)

3.2. Methode

3.2.1 Prinzip der Untersuchung

Farbsehen bedeutet, daß Lichter verschiedener spektraler Qualität (= verschiedene Wellenlängen) aufgrund dieser Eigenschaft unterschieden werden können.

Bei den meisten Untersuchungen wurde das Farbsehvermögen anhand des Verhaltens der Versuchstiere geprüft. Direkte Aussagen sind auch nach funktionaler Untersuchung aller am Sehvorgang beteiligten Elemente möglich. Ist keine spontane Reaktion des Versuchstieres auf Farbeindrücke bekannt, muß eine Reaktion adressiert

werden. Dabei dient eine bestimmte Farbe als positives Signal, das beim Vergleich mit anderen Farben erkannt werden soll. Beispielsweise werden dem Versuchstier mehrere verschieden markierte Futterbehälter zur Auswahl angeboten, von denen einer beködert ist und stets kombiniert mit einer bestimmten Farbe verwendet wird. Je nach Eignung des Tieres sind aber auch andere Versuchsanordnungen möglich.

Die Helligkeitsstufe, in der die Vergleichsfarbe angeboten werden muß, ergibt sich aus der spektralen Empfindlichkeit des Versuchstieres. Ist diese nicht bekannt, wird anstatt einer bestimmten Helligkeitsstufe eine in der Helligkeit gleichmäßig abgestufte Serie der Vergleichsfarbe angeboten. Eine Stufe dieser Serie soll dem positiven Signal in der Helligkeit entsprechen, sodaß eine Orientierung nach der Helligkeit der Signale nicht möglich ist.

Als Markierung (= Signal) dienen Filterlichter oder Farbtafeln. Bei Filterlichtern kann die Helligkeit der Signale durch Dämpfungsfilter beliebig verändert werden. Farbtafeln sind in geeigneten Serien nicht im Handel und können auch kaum selbst hergestellt werden. Grau läßt sich aber sehr gut abstufen und dient daher als Vergleichswert für alle übrigen Farben.

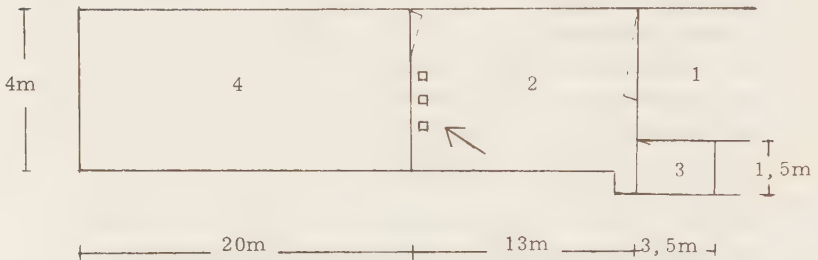
3.2.2. Wahl der Methode

Ein eigenes Abteil für die ausgewählten Versuchstiere war nicht vorhanden. Die Untersuchung fand im Auslauf der Herde statt. Die verwendeten Geräte mußten also unempfindlich gegen Witterungseinflüsse sein. Außerdem mußten sie täglich von neuem aufgestellt und wieder weggeräumt werden, damit die Tiere sie nicht beschädigen konnten. Größere bauliche Veränderungen waren nicht möglich. Die tägliche Arbeitszeit durfte höchstens eine Tageshälfte betragen, damit sich alle Tiere noch genügend lange im Freien aufhalten konnten. Unter diesen Bedingungen ließ sich ein Futterwahlversuch mit Markierung durch Farbtafeln am besten durchführen. Die Versuchsanordnung entstand in Anlehnung an die von SEITZ (1951).

3.2.3 Versuchsanordnung

Skizze des Versuchsgeländes:

- | | |
|------------------|----------------|
| 1 Stall | 3 Warteabteil |
| 2 Versuchsabteil | 4 Sammelabteil |
- Im Versuchsabteil sind die Futterkästen
(Pfeil, vergrößert) eingezeichnet.



Wichtig ist, daß die Markierung wirklich das einzige Kriterium für die Wahl darstellt. Daher soll im Folgenden die Ausschaltung von anderen Orientierungsmöglichkeiten genau beschrieben werden.

3.2.3.1 Futterbehälter

Als Futterbehälter dienten pultförmige geschlossene Holzkästen mit einer Grundfläche von 30 x 40 cm. Die Höhe betrug an der vorderen Schmalseite 15, an der hinteren Schmalseite 25 cm. Die Oberseite war rund ausgesägt; in die Öffnung wurde eine Plastikschüssel mit 15 cm $\varnothing$ eingehängt. Darüber lag ein leichter Sperrholzdeckel von 30 x 50 cm, der in der Mitte der hinteren

Schmalseite locker befestigt war. Die Kästen konnten geöffnet werden, indem die Deckel zur Seite geschoben wurden. Auf dem Deckel wurden die Markierungstafeln angebracht. Alle Kästen waren aus dem gleichen Material hergestellt, was eine Unterscheidung ausschloß. Sie wurden während der täglichen Versuchszeit nicht ausgetauscht, während die Markierung ihren Platz ständig wechselte (s. unten).

Als Wahl galt das Öffnen eines Kastens.

Die Kästen konnten nur von vorn oder schräg seitlich geöffnet werden. Sie wurden daher mit der Rückseite dicht vor den Zaun zum Sammelabteil gestellt. Der Abstand zwischen den Kästen betrug etwa 60 cm, damit die zur Seite geschobenen Deckel nicht an den nebenstehenden Kästen stoßen konnten.

3.2.3.2 Futter

Das Futter sollte sich in beliebig viele kleine Portionen teilen lassen, die rasch aufgenommen werden können, damit die Versuchsdauer nicht unnötig erhöht wird.

Mit den anfangs verwendeten Brot- und Rübenstücken konnte nicht verhindert werden, daß die Mitarbeit mit Fortschreiten der Dressur nachließ. Ich fütterte daher morgens selbst, sodaß die Tiere bei Versuchsbeginn hungrig waren. Die Hälfte des Futters erhielten sie zur gewohnten Zeit. Die Versuchstiere bekamen die zweite Hälfte während der Wahlen als Belohnung, die übrigen Tiere nach Abschluß der Arbeit.

Um dem Versuchstier keine Möglichkeit zu geben, den richtigen Kasten am Geruch des Kraftfutters zu erkennen, enthielten alle drei Schüsseln Futter. Zwei wurden mit Maschendraht verschlossen, sodaß die Tiere aus ihnen kein Futter entnehmen konnten. Das Futter in den verschlossenen Kästen wurde regelmäßig erneuert, um mögliche Geruchsunterschiede zwischen altem und frischem Futter auszuschalten. Da der Maschendraht ebenfalls eine Möglichkeit

zur Geruchsorientierung bieten konnte, wurde hin und wieder ein Stück entsprechender Größe in die unverschlossene Schüssel gelegt, was die Zahl der richtigen Wahlen aber nicht beeinflusste.

3.2.3. 3 Herstellung und Eichung der Farb- und Grautafeln

Starke Kartons in der Größe 24 x 30 cm wurden mit Kaseinfarbe (Plaka) der Fa. Wagner, Hannover, bemalt. Diese Farben lassen sich gleichmäßig auftragen. Eine Unterscheidung der Tafeln aufgrund des Geruches war ausgeschlossen, da keine anderen Farben verwendet wurden. Gegen Witterungseinflüsse wurden alle Tafeln mit farbloser Plastikfolie allseitig überzogen. Damit war auch eine Orientierung anhand eines möglichen Eigengeruchs der einzelnen Farbtöne zumindest erheblich erschwert.

Es wurden sechs Farbtafeln hergestellt in den Farben Karminrot (Farbnummer 22), Blau (Nr. 30), Mittelgrün (Nr. 43), Zitronengelb (Nr. 10), Orange (Nr. 15) und Violett (Nr. 33). Für die Herstellung der 29-teiligen Graureihe wurden Schwarz und Weiß in unterschiedlicher Mischung verwendet.

Die Eichung der Tafeln erfolgte mit dem Spectra[®] Pritchard Photometer Modell 1970-PR bei gleichmäßiger, von Tageszeit und Bewölkungsgrad unabhängiger Beleuchtung mit Leuchtstoffröhren. Da kein absoluter Helligkeitswert, sondern der Reflexionsgrad der Tafeln gemessen wurde, ist die von der Versuchssituation abweichende Beleuchtungsform für die Grautafeln ohne Bedeutung. Bei den Helligkeitswerten der Farbtafeln ist ein geringer Einfluß der Beleuchtung nicht auszuschließen. Außerdem korrigiert das Gerät die Werte bei den Farben automatisch nach der spektralen Empfindlichkeit des Menschen bei Helladaptation, sodaß diese Angaben für das Schaf nicht unbedingt maßgebend sind. Gleichzeitig konnten mit Hilfe von zwei zusätzlichen Meßwerten die Farbart-Koordinaten für die einzelnen Farben errechnet werden, wodurch die Farben genau definiert

wurden. Auch diese Angaben gelten nur für den Menschen.

Unter Versuchsbedingungen war damit zu rechnen, daß sich die Helligkeitswerte und der Farbcharakter je nach Zusammensetzung des Tageslichtes veränderten. Große Helligkeitsunterschiede wurden dadurch ausgeglichen, daß sich die Kästen stets im Schatten des dahinterstehenden Zauns befanden. Weitere mögliche Schwankungen blieben unberücksichtigt.

Grau Nr. Reflexionsgrad in %

1	3,2
2	4,4
3	5,9
4	7,2
5	7,9
6	8,8
7	9,3
8	10,8
9	11,5
10	13,1
11	13,7
12	14,5
13	16,2
14	16,8
15	18,7
16	19,4
17	20,9
18	22,4
19	26,5
20	29,9
21	35,7
22	43,2
23	48,3
24	53,3
25	56,2
26	60,6
27	67,8
28	76,2
29	82,9

Tabelle 1

Eichwerte der Farb- und Grautafeln

Der Reflexionsgrad ist die Angabe für die Helligkeit der Tafeln. Grau Nr. 1 ist also die dunkelste, Nr. 29 die hellste Tafel. Bei den Farben sind außerdem die Koordinaten für den Farbart angegeben. (x- und y-Werte). Als Vergleichswert galt für alle Helligkeitsangaben der Wert des zum Gerät gehörigen "Normalweiß", der mit 95 % veranschlagt wurde.

Farbe	Reflexionsgrad in %	Koordinaten	x	y
Grün	20,5		0,34	0,50
Rot	13,0		0,51	0,31
Blau	5,6		0,18	0,18
Gelb	79,3		0,41	0,41
Orange	46,1		0,56	0,37
Violett	5,7		0,24	0,12

3.2.3.4 Auswahl der Grautafeln

Die Grautafeln wurden paarweise und in fortlaufender Reihenfolge, jeweils am hellen oder dunklen Ende der Serie beginnend, angeboten. Damit sollte vermieden werden, daß die Tiere nach dem Prinzip "die mittlere Helligkeit ist die richtige" wählen konnten. In Anlehnung an die entsprechende Untersuchung bei der Ziege (BAKCHAUS 1959 a) wurde nur jede zweite Grautafel verwendet und dadurch die Zahl der Grautafeln beschränkt. Da zu allen Farben dieselben Grautafeln angeboten werden sollten, mußte verstärkt damit gerechnet werden, daß sich die Tiere die Helligkeitswerte einzelner Graustufen mit der Zeit merken konnten. Daher wurden für jede Farbe im jeweiligen möglichen Verwechslungsbereich noch einige zusätzliche Grauwerte ausgewählt. So wurde erreicht, daß im Laufe der Untersuchung sämtliche Grautafeln in sehr unterschiedlicher Häufigkeit und ständig wechselnder Zusammenstellung angeboten wurden.

Tabelle 2

Die zu den einzelnen Farben angebotenen Graustufen in den im Versuch verwendeten Kombinationen:

Rot	1/3	5/8	7/9	10/11	
	12/13	15/17	19/21	23/25	27/29
Blau	1/2	3/4	5/7	9/11	
	13/15	17/19	21/23	25/27	27/29
Grün	1/2	4/6	8/10	12/14	
	15/16	17/18	19/21	23/25	27/29
Gelb	2/4	6/8	10/12	14/16	
	18/20	22/24	26/27	28/29	
Orange	1/2	4/6	8/10	12/14	
	16/18	20/21	22/23	24/25	27/29
Violett	1/2	3/4	5/7	9/11	
	13/15	17/19	21/23	25/27	27/29

3.2.3.5 Beobachterstand

Da ich das Auswechseln der Tafeln und das Nachfüllen der Kästen allein besorgte, mußte ich mich während der Wahlen im Versuchsteil aufhalten. Dadurch bestand die Gefahr, daß ich die Tiere während der Wahl beeinflusste. Ich richtete daher hinter dem Flügel der geöffneten Stalltür einen Beobachtungsstand ein. Während der Wahl stand ich hinter der Tür und beobachtete das Versuchstier durch einen Sehschlitz. Die Tür schirmte mich zwar nicht vollständig ab, sichtbar blieben aber nur meine Arbeitskleidung und Stiefel, die sich nur wenig von der Stallwand abhoben. Daß diese Vorkehrung ausreichte, zeigte sich deutlich, als ich nach mehreren Versuchswochen eine erneute Dressur durchführen mußte. Die Tiere reagierten anfangs überhaupt nicht auf die vom Beobachterstand her gegebenen Korrekturen.

3.2.3.6 Wartebereich

Die Tiere gingen nur sehr ungern in das enge Wartebereich. Ich stellte dort deshalb einen Eimer auf, in dem sie stets etwas Futter fanden.

Die Gittertür, mit der der Stall während der Wahlen verschlossen wurde, das Tor zum Wartebereich, sowie den Zaun hinter den Kästen verhängte ich mit dichtgewebten Futtersäcken. Dadurch sollte vermieden werden, daß die Tiere den Wechsel der Markierungen beobachten konnten. Für das jeweilige Versuchstier hätte das die Wahlsituation verfälscht, die Tiere im Stall sollten auf keinen Fall Gelegenheit bekommen, durch häufiges Zusehen einzelne Wechselsysteme auswendig zu lernen. Im Übrigen ließ das Interesse der Tiere deutlich nach, sobald sie sich an den gleichförmigen Arbeitsablauf gewöhnt hatten. Das Versuchstier im Wartebereich wurde außerdem durch den Futtereimer vom Markierungswechsel abgelenkt.

Beim Umsetzen der Schüsseln und beim Schließen der Kästen waren Geräusche nicht zu vermeiden. Wenn die Markierung die Seite nicht wechselte, wurde eine Orientierung nach der Art der Geräusche (in diesem Fall fehlte das Kloppern der Schüsseln) dadurch verhindert, daß die Schüsseln der beiden negativen Kästen ausgetauscht wurden.

3.2.3.7 Seitenwechsel

Die positive Markierung muß ihren Platz wechseln, sodaß das Versuchstier den richtigen Kasten nicht nach seiner Position finden kann. Damit der Untersucher nicht unbewußt einer Seitenpräferenz der Tiere entgegenkommt, wird das Wechselsystem vor den Wahlen festgelegt. Alle Positionen sollten etwa gleich oft benutzt werden. Es wurden zwei Gruppen von 12-teiligen Systemen verwendet. Für 24 Wahlen pro Tag wurde das System jeweils einmal wiederholt. Täglich wurde nach einem anderen System gearbeitet. Die ersten Versuchsreihen liefen nach vier einfachen Systemen, bei denen die positive Markierung ihren Platz in Pendelbewegung ändert. Nach Abschluß von zwei Versuchsreihen (Rot gegen Grau und Grün gegen Grau) schienen diese nicht mehr sicher genug. Es wurden daher zwölf weitere ohne die Pendelbewegung aufgestellt. Alle Systeme wurden auch in ihrer Seitenverkehrung verwendet, wodurch sich ihre Anzahl verdoppelte.

Tabelle 3

Wechselsysteme der Markierungen

Die Buchstaben geben die Position der positiven Markierung an: r = rechts, l = links, m = Mitte.
Da die Markierung nicht nach jeder Wahl wechselt, ist angegeben, wie lange sie auf der jeweiligen Position bleibt.

Gruppe I (mit pendelnder Grundbewegung)

a)	1 xm	2 xl	1 xm	2 xr	1 xm	2 xl	1 xm	2 xr
b)	1 xm	3 xl	1 xm	2 xr	1 xm	1 xl	1 xm	2 xr
c)	1 xm	2 xl	1 xm	3 xr	1 xm	2 xl	1 xm	1 xr
d)	2 xm	4 xr	2 xm	4 xl				

Gruppe II (ohne Pendelbewegung)

a)	2xr	2xl	1xm	1xl	2xr	1xm	1xl	2xm
b)	2xm	1xr	3xl	1xr	2xm	1xl	2xr	
c)	1xl	2xr	3xl	2xm	2xr	2xm		
d)	1xr	2xl	2xr	3xm	1xr	2xl	1xm	
e)	2xm	1xr	1xm	3xr	2xl	1xm	2xl	
f)	1xl	2xr	3xl	1xm	2xr	3xm		
g)	1xr	1xl	2xm	2xl	3xr	1xl	2xm	
h)	3xm	2xr	3xl	1xm	2xr	1xl		
i)	3xr	1xl	1xm	1xl	3xl	3xm		
k)	1xl	2xr	3xm	2xr	3xl	1xm		
l)	1xm	2xl	1xr	2xl	3xr	3xm		
m)	2xl	3xr	1xm	1xr	2xl	3xm		

Beim Positionswechsel wurde die Farbtafel mit der betroffenen Grautafel vertauscht, während die dritte Markierung an ihrem Platz blieb. Die dunklere Grautafel stand stets links, die hellere stets rechts. Dadurch wurde die zum Umsetzen notwendige Zeit erheblich verringert, ohne daß dem Versuchstier die Wahl erleichtert worden wäre. Außerdem konnten Fehler einfacher registriert werden. Entsprechend den Farbtafeln wechselten auch die Futterschüsseln ihren Platz.

3.2.4 Ablauf und Dauer der Wahlen

Bei der ersten Fütterung wurden alle Tiere in den Stall gesperrt. Dann wurden die Kästen aufgestellt und das erste Versuchstier durfte aus dem Stall kommen. Es ging sofort zu den Kästen, wo es zum erstenmal wählte. Dann kehrte es um und nahm sich im Warteabteil etwas Futter aus dem Eimer. Die Tür wurde hinter ihm verschlossen und die Kästen für die nächste Wahl vorbereitet. Daraufhin durfte das Tier erneut wählen. Nach der Wahl wurde der Eimer im Warteabteil nachgefüllt, wohin das Tier zurückkehrte. War die vorgesehene Zahl von Wahlen erreicht, wurde die Türe zum Warteabteil verschlossen und das Schaf erhielt noch eine Belohnung aus der Hand. Danach ging es ins Sammelabteil, wo sich schließ-

lich alle Versuchstiere aufhielten. Die Reihenfolge, in der die einzelnen Tiere zur Untersuchung kamen, konnten sie weitgehend selbst bestimmen. Schaf S kam in der Regel zuerst aus dem Stall. Es folgten Schaf 28, 26, 21 und J. Den Schluß bildete meist Schaf N. Diese Folge blieb bis zum Abschluß der Untersuchung im wesentlichen unverändert. Das Sammelabteil betraten die Tiere freiwillig. Sie konnten im Versuchsabteil kein Wasser aufnehmen, was im Sammelabteil möglich war.

Die abschließende Belohnung aus der Hand hatte ich während der Dressurzeit eingeführt, um die Tiere an mich zu gewöhnen. Ich behielt sie bis zum Schluß bei, wodurch die Tiere mit der Zeit einigermaßen zahm wurden. Dies trug zum ruhigen Ablauf der Wahlen bei.

Die Wahlen fanden täglich, außer bei starkem Regen, etwa zwischen 7³⁰ und 11⁰⁰ Uhr statt. Waren extrem hohe Tagestemperaturen zu erwarten, begann die Arbeit um 6³⁰ Uhr. Der Ablauf war sehr zügig. Im allgemeinen brauchte ein Tier für 24 Wahlen gut 30 Minuten. Die Versuchsdauer erhöhte sich sofort, wenn die Tiere erschreckt wurden.

Beispiel: Am Tor zum Warteabteil brütete unter dem Stalldach ein Spatz. Einige Tiere, besonders Schaf Nr. 26 erschrakten jedesmal heftig, wenn der Vogel das Nest anflog und weigerten sich, das Warteabteil zu betreten. Erst auf gutes Zureden hin und weil der Vogel nur noch kam, wenn das Warteabteil leer war, konnten die Wahlen fortgesetzt werden.

Auch nach den Geburten verliefen die Wahlen nicht ungestört. Dies machte sich vor allem in der langen Laufzeit der VR Rot gegen Grau bemerkbar. Zwar konnten alle Tiere schon am Tag nach der Lammung wieder mitarbeiten, jedoch mußten nun die Lämmer mit ins Versuchsabteil genommen werden. Sie waren z.T. nicht ausdauernd genug, um alle Wahlen, oder wenigstens ein halbes Tagesprogramm mitzulaufen. Andererseits waren aber nicht alle Tiere bereit, ihre Lämmer im Versuchsabteil abzulegen. Die Jungtiere blieben daher schon nach wenigen Tagen während der Wahlen im Stall, was einige Unruhe hervorrief. Kam eines der Versuchstiere ins Sammelabteil, wurde ihm das Lamm sofort nachgebracht.

Im Hochsommer liefen die Wahlen trotz der teilweise hohen Temperatur sehr zügig ab. Erst mit Beginn der Decksaison ließ das Interesse der Tiere nach, was noch einmal eine Verlängerung der täglichen Versuchsdauer bedeutete. Zeitweise nahm die Arbeit den ganzen Vormittag in Anspruch. Die Dressur begann am 2.1.74. Die Wahlversuche fanden vom 27.4. bis einschließlich 14.9.74 statt.

3.2.5 Statistische Auswertung der Ergebnisse

Grundlage für die Beurteilung der Ergebnisse ist die Annahme, daß unter neutralen Bedingungen alle Kästen gleich oft gewählt werden, d.h. daß die Wahlen sich zufallsmäßig auf alle Kästen gleichmäßig verteilen. Übersteigt die Zahl der Wahlen bei einem Kasten die obere Grenze der Zufallsverteilung oder wird der Zufallswert nicht erreicht, so wurde dieser Kasten von den übrigen unterschieden und ihnen vorgezogen bzw. vernachlässigt. Mit der Dressur sollte die Präferenz eines bestimmten Kastens erreicht werden. Alle Werte über der Zufallsverteilung zeigen daher ein Gelingen der Dressur und damit die Differenzierungsfähigkeit an. Bleiben die Werte trotz gründlicher Dressur im Bereich der Zufallsverteilung, können die Tiere die angebotenen Farbtöne nicht unterscheiden. Es wurde die kleinste Einheit einer Versuchsreihe beurteilt, nämlich 48 Wahlen pro Tier und Graupaar. Die Zufallsverteilung beträgt bei drei Kästen je 33 1/3 %. Die Ergebnisse wurden nach dem χ^2 -Test beurteilt (MUDRA 1958).

Berechnungsbeispiel:

Versuchsreihe ROT gegen GRAU

Versuchstier: 26, Graupaar 15/17; Fehlerzahl bei 48 Wahlen: 6 (1/5)

	B (Beobachtung)	E (Erwartung)	(B - E)	(B - E) ²	$\frac{(B - E)^2}{E}$
Rot	42	16	26	676	42,3
Grau 15	1	16	-15	225	14,0
Grau 17	5	16	-11	121	7,5
=====					
Summe	48	48	0	$\chi^2 =$	63,8

Bei Freiheitsgrad 2 (drei Wahlmöglichkeiten) und $\chi^2 = 63,8$ liegt die Überschreitungswahrscheinlichkeit (p) unter 0,01.

Die Verteilung der Fehler auf die einzelnen Graustufen wurde bei der Auswertung berücksichtigt. Die p-Werte werden in den Ergebnistabellen angegeben.

3.2.6 Dressurverlauf

Alle Tiere hatten nur bei der Fütterung und im Rahmen der Institutsarbeit Kontakt mit Menschen und waren bis auf die Ziegen sehr scheu. Eine Auswahl von dressurgeeigneten Tieren war daher zu Beginn nicht möglich. Ich arbeitete zunächst mit allen 29 Tieren. Mit Fortschreiten der Dressur schieden nach und nach die meisten Tiere aus. Sie waren zu scheu und zeigten kein oder nur geringes Interesse an den Kästen. Einige Tiere, vor allem die Ziegen, verweigerten trotz guter Lernergebnisse die Mitarbeit. Schließlich konnte ich mich nur noch zwischen wenigen Tieren entscheiden. Die endgültige Zahl der Versuchstiere stand anfangs noch nicht fest. Es sollten aber in der vorgesehenen Zeit möglichst viele Tiere untersucht werden.

Die Dressur fand nicht nach einem festgelegten Plan statt. Lediglich die Auswahl der Dressurtafeln erfolgte nach einem

bestimmten Schema, das noch am Beispiel des Versuchstieres J erläutert werden soll. Die Dressurfarbe war Grün, das im Verhältnis zu den übrigen Farbtafeln einen mittleren Helligkeitswert hatte. Die gesamte Dressur fand in Zweifachwahl (zwei Kästen) statt. Erst zwei Tage vor Beginn der ersten Versuchsreihe (Rot gegen Grau) wurde auf Dreifachwahl (3 Kästen) umgestellt.

Für die Dressur wurden keine Tafeln der geeichten Graureihe verwendet. Es wurden drei zusätzliche Tafeln benutzt, die hell-, mittel- und dunkelgrau waren.

Ich begann am 2.1. damit, daß ich den Tieren Brot- und Rübenstücke zuerst aus dem Eimer, später auch aus der Hand anbot.

Bei der Wahl der Kleidung vermied ich anfangs sowohl die weißen Kittel der Tierärzte als auch die graue Kleidung der Pfleger, um die Tiere nicht vom Aussehen her an ihre bisherigen Erfahrungen mit Menschen zu erinnern. Später trug ich graue Kittel, was jedoch keinen Einfluß auf das Verhalten der Tiere hatte.

Am 14.1. wurde der Zaun errichtet, der den Auslauf in Versuchs- und Sammelabteil aufteilte. Um die Tiere an die Trennung von der Herde zu gewöhnen, übte ich ab 16.1. einen vorläufigen Versuchsablauf ein. Dazu trieb ich alle Tiere in den Stall und ließ dann jeweils eines ins Versuchsabteil, wo es sich Futter als Belohnung aus einem Eimer nehmen durfte. Anschließend kam es ins Sammelabteil. Waren dort alle Tiere, begann die Übung von vorn. Obwohl keinerlei Zwang ausgeübt wurde, arbeiteten die Tiere regelmäßig mit. Je nach Wetterlage fanden zwei bis vier Durchgänge statt; jedes Tier kam im Abstand von etwa 1/2 Stunde einmal an die Reihe.

Die Kästen wurden Anfang Februar fertiggestellt. Am 4.2. stellte ich den ersten Kasten auf. Da es allen Tieren schwerfiel, den Deckel zur Seite zu schieben, wenn dieser gerade auflag, und

dabei mit der Seitenwand des Kastens abschloß, legte ich den Deckel schräg auf, ohne daß die Schlüssel sichtbar wurde. Das Öffnen bereitete dann nur noch den Ziegen einige Schwierigkeiten. Die Schafe beherrschten den Umgang mit dem Kasten schon nach wenigen Wahlen.

Am 13.2. markierte ich erstmals grün. Drei Tage darauf bot ich einen weiteren Kasten an, den ich mit dem dunklen Dressurgrau kennzeichnete. Er enthielt keine Belohnung. Die Tiere sollten ohne mein Eingreifen durch Versuch und Irrtum lernen, daß sich die Kästen in ihrer Qualität (mit/ohne Belohnung) unterschieden und dann die Assoziation Farbe = Belohnung herstellen. Sie durften anfangs beide Kästen öffnen, weil sie erkennen sollten, daß nur einer die Belohnung enthielt.

Vereinzelt korrigierte ich die Wahlen durch Zuruf vom Stall bzw. vom Beobachterstand her. (Mit 'Korrektur' wird im Folgenden jedes Eingreifen des Untersuchers in das Wahlgeschehen zu Dressurzwecken bezeichnet.)

In der beschriebenen Weise fanden die Dressurwahlen bis einschließlich 26.2. statt, ohne daß sich ein Erfolg abzeichnete.

Fast alle Tiere zeigten eine deutliche Seitenstetigkeit, sobald der zweite Kasten aufgestellt war. So öffnete z.B. Schaf S bei 23 Wahlen (zwischen dem 16. und 26.2.) nur sechsmal den rechten Kasten zuerst, gleichgültig, wo sich die grüne Markierung gerade befand. Tier N öffnete ausnahmslos den rechten Kasten zuerst. Bei Schaf J betrug das Verhältnis von rechts zu links 22:1, bei Schaf 21 2:21, bei Schaf 26 6:17 und bei Schaf 28 16:7.

Ähnlich seitenstet verhielten sich auch die übrigen Tiere mit Ausnahme der Ziege 31, die bei 22 Wahlen genau im Verhältnis 11:11 wählte. Durch Zuruf ließ sich die Seitenpräferenz nur wenig beeinflussen. Am 2.3. stellte ich daher den Versuchsablauf auf die endgültige Form um, indem ich das Warteabteil einrichtete. Außerdem erhielten die Tiere nun Kraftfutter (s. unter 3.2.3.2), wodurch das Interesse an der Mitarbeit stieg

und die Zahl der Wahlen pro Tier und Tag erhöht werden konnte. Außerdem war nun eine gezielte Einzelarbeit und damit eine Gegendressur zur Seitenstetigkeit möglich.

Die Umstellung vollzog sich nicht ganz komplikationslos. Die Tiere betraten das Warteaabteil nur sehr ungern. Alle außer Schaf 28 und Ziege 31 mußten eingefangen und ins Abteil gezogen werden, bevor sie sich wenigstens dorthin treiben ließen. Durch den Eimer, in dem stets etwas Futter war, stieg das Interesse am Warteaabteil erheblich, sodaß die Tiere es bald von selbst aufsuchten. Das trug erheblich zum zügigen Ablauf der Arbeit bei. Jedes Tier hatte 5 Wahlen zu absolvieren, mit der Zeit wurde die Zahl auf über 20 pro Tag gesteigert.

Während vorher beide Kästen geöffnet werden durften, sollten sich die Tiere jetzt für einen entscheiden. War die Wahl richtig, mußten sie sofort umkehren. Bei falscher Wahl mußten sie aber auch den richtigen Kasten noch öffnen. Ich korrigierte durch Zuruf, führte aber noch eine zusätzliche Bestrafung ein, indem ich den Tieren einen zusammengeknöteten Strick nachwarf. Sie erschrecken dann und wandten sich rasch dem anderen Kasten zu. Loben war, zumindest während der Wahl nicht mehr möglich, da die Tiere meine Stimme als negatives Signal werteten. Ich begann mit einer systematischen Gegendressur zur Seitenstetigkeit, indem ich die positive Markierung nur auf der unbeliebten Seite anbot. Sobald die Tiere gelernt hatten, daß die Kästen sich unterschieden, suchten sie nach Orientierungsmöglichkeiten für die Wahl. Überwiegend versuchten sie, den richtigen Kasten am Geruch zu erkennen, sodaß ich den negativen Kasten mit einer verdeckten Futterschüssel ausstatten mußte. Einige Tiere, besonders deutlich Schaf 21, warteten auf meinen Zuruf, ehe sie sich entschieden, sodaß ich auf den Zuruf als Korrekturmittel verzichtete. Eine Ausnahme bildete Schaf 26, das nur durch Zuruf korrigiert werden konnte, da es sonst die Mitarbeit verweigerte.

Verlauf der Dressur am Beispiel von Schaf J:

Obwohl J, wie schon gezeigt wurde, ausgeprägt linksstet war, konnte ich bei ihm auf ein eigentliches Gegentraining verzichten. Bereits am 10.3. entschied sich das Tier zum erstenmal deutlich für Grün. Am folgenden Tag bot ich im Wechsel mit der dunklen Farbtafel auch eine sehr helle an, um zu vermeiden, daß sich J weiter nach dem Prinzip "hell ist richtig" entscheiden konnte. Ab 13.3. wählte J nur noch vereinzelt falsch; am 18.3. fiel es bei einigen Wahlen in die Seitenstetigkeit zurück; am 19. wählte es erstmals fehlerfrei. Vom 20.3. an kam die dritte Dressurtafel mit dem mittleren Helligkeitswert dazu. Bisher war es für das Tier noch möglich Grün bei Farbblindheit an seiner Helligkeitsstufe zu erkennen. (Bei einer Grautafel konnte es sich, wie gezeigt, den helleren Wert aussuchen = "hell ist richtig", bei zwei Tafeln brauchte es nur diejenige mit der mittleren Helligkeit zu nehmen.) Durch die dritte Graustufe sollte die Helligkeitsorientierung weiter erschwert werden. J hätte eine Tafel mit ganz bestimmter Helligkeit suchen müssen. Bis zum 30.3. machte J kaum noch Fehler, obwohl ich ab 26.3. mit vorbestimmtem Seitenwechsel arbeitete. Das Wechselsystem war

1 x r	2 x l	3 x r	1 x l	2 x r	1 x l
-------	-------	-------	-------	-------	-------

und die dazugehörige Seitenverkehrung.

Am 30.3. stellte ich in 30 Wahlen abwechselnd 6 Tafeln der geeichten Graureihe gegen Grün vor. (Es waren die Tafeln Nr. 14, 16, 17, 18, 19, 20) J wählte nur dreimal den Grauton (zweimal Nr. 18, einmal Nr. 16). Vom 31.3. bis 6.4. prüfte ich in Zweifachwahl Grün gegen die genannten Graustufen. Die Wahlen wurden später mit drei Kästen und erweiterter Graureihe wiederholt. Die Ergebnisse der Zweifachwahl wurden nicht verwertet; sie entsprachen aber den später gewonnenen durchaus. J entschied sich bei 300 Wahlen nur einmal für die Graustufe (Nr. 16).

Noch war nicht nachgewiesen, ob bei J die Dressur auf Differenzierung zwischen Grau und Farbe gelungen war, oder ob die Farbtafel nur an ihrer Helligkeit erkannt wurde.

Dieser Nachweis erübrigt sich, wenn in Vorversuchen nachgewiesen wird, daß die Tiere die dicht beieinanderliegenden Graustufen nicht unterscheiden können und dadurch die Farbtafel im Verwechslungsbereich nicht mehr an ihrer Helligkeit erkannt werden kann. Möchte man diesen Vorversuch nicht durchführen, wird neben der Testfarbe eine weitere Tafel der gleichen Farbe aber mit anderem Helligkeitswert angeboten. Hat sich das Versuchstier nur die Helligkeit der Testfarbe gemerkt, kann es diese sog. Verleitfarbe nicht spontan als positives Signal übernehmen. Ich verwendete das Prinzip der zweiten Methode, bot aber statt einer Verleitfarbe die nächste Testfarbe zum Vergleich an. Dazu stellte ich J am 19.4. Rot gegen helles Grau vor.

"Hell ist richtig" schied als Kriterium für die Wahlaus. Der Helligkeitswert der neuen Tafel war J nicht bekannt und schied damit als Anhaltspunkt ebenfalls aus. Das Tier entschied sich bei 15 Wahlen 15mal für Rot. Es hatte also entweder den Farbcharakter von Grün erkannt und auf Rot übertragen (Farbe = richtig) oder den Begriff Grau = falsch gebildet und Rot als Nicht-Grau eingestuft, was ebenfalls das Gelingen der Dressur bestätigt. Das Verhältnis von beliebter zu weniger beliebter Position betrug bei diesen Wahlen 8:7. Auch eine Seitenorientierung war damit ausgeschlossen.

Auch bei den Schafen 28, 26, S und der Ziege 31 war die Dressur auf Grün am 30.3. abgeschlossen. Sie nahmen ebenfalls an den Zweifachwahlen teil.

In dieser Versuchsreihe waren 36 Wahlen pro Tier und Tag vorgesehen. Die einzige Ziege (31), die bis dahin noch mitarbeitete, verweigerte die Mitarbeit bereits am 2. Versuchstag und war von da an, trotz wiederholter Versuche nicht mehr für eine Teilnahme an den Wahlen zu interessieren. Die Schafe schienen auf die Dauer mit 36 Wahlen überfordert zu sein. Am 6.4. (letzter Tag der Versuchsreihe) war die Mitarbeit auch bei den Schafen so schlecht, daß die notwendige Zahl von Wahlen nur mit Mühe zu erreichen war. Ich

beschränkte sie daher auf 24 pro Tag. Mußte die Arbeit wegen des Wetters einmal vorzeitig abgebrochen werden, so war es aber durchaus möglich, das Programm an den folgenden Tagen mit jeweils 36 Wahlen nachzuholen, ohne das das betreffende Tier darauf "wahlmüde" reagierte .

Der Nachweis des Dressurerfolges gelang auch bei den übrigen Tieren. In der beschriebenen Anordnung entschied sich Schaf 28 bei 34 Wahlen 29mal für Rot; S wählte bei 35 Wahlen 27mal Rot, obwohl es von der 4. bis zur 9. Wahl in die Seitenstetigkeit zurückfiel, woraus man schließen kann, daß ihm die Wahl Schwierigkeiten bereitete. 21 wählte bei 10 Wahlen 10mal Rot. Bei N war die Gründressur am 19.3. noch nicht abgeschlossen. Am 24.4. entschied es sich bei 32 Wahlen 25mal für den richtigen Kasten.

Völlig anders als die übrigen Tiere reagierte Schaf 26 auf die rote Tafel. Es ging sofort auf den rot markierten Kasten zu, wich aber dann kurz davor erschreckt einige Schritte zurück, und wählte schließlich den grauen Kasten. Bei der nächsten Wahl ging ich mit zum Kasten, den es dann auf mein Zureden hin öffnete. Die nächsten vier Wahlen waren falsch. Es folgten dann 29 weitere, bei denen das Tier sehr vorsichtig zum rot markierten Kasten ging und nur noch 5mal zu Grau auswich. Ich hatte während der ersten Wahl nichts beobachtet, wovor 26 hätte erschrecken können. Es verweigerte auch nicht die Wahl, wie es in Schrecksituation zu tun pflegte. Eine Seitenorientierung war ausgeschlossen, da Rot in beiden Positionen in gleichem Maße gemieden wurde. 26 hatte gegenüber Grautafeln nie eine derartige Reaktion gezeigt, sodaß vermutet werden kann, daß das Tier wie die übrigen Rot nicht als Grauton ansah.

Am 26.4. stellte ich auf Dreifachwahl um. Schaf S brauchte 20 Wahlen, ehe es den dritten Kasten beachtete, Schaf N 10 und die übrigen Versuchstiere jeweils drei Wahlen. Angeboten wurde Rot gegen das helle und das dunkle Dressurgrau.

3.2.7 Bemerkungen zur Dressureignung der einzelnen Versuchstiere

In der Beschreibung der Dressur wird bereits deutlich, daß die Dressureignung der einzelnen Tiere sehr unterschiedlich war. Die Zahl der Wahlen, die nach dem 2.3. benötigt wurde, bis die Tiere den ersten Dressurschritt (Grün gegen dunkleres Dressurgrau) erlernt hatten, schwankte zwischen 30 und 50. Die Werte lagen bei Schaf J an der unteren Grenze, bei N und S an der oberen. 26 und 28 blieben knapp unter dem Durchschnitt, 21 lag darüber. Genaue Werte können nicht angegeben werden, da ich die Wahlen abbrach, sobald ein Tier die Aufgabe offensichtlich verstanden hatte.

Mit Ausnahme der Schafe 28 und J fielen alle Tiere noch einmal in die Seitenstetigkeit zurück. Die Angaben erfassen auch die Umstellung auf die neue Versuchsanordnung, die bei den einzelnen Versuchstieren sehr verschieden lange dauerte. Von erheblichen Einfluß auf die Dressurdauer waren die Eigenarten der einzelnen Tiere wie Zahmheit, Schreckhaftigkeit usw., die hier kurz beschrieben werden sollen:

S c h a f 28

Das Tier war verhältnismäßig zahm und arbeitete sehr ruhig und willig mit. Es wählte sorgfältig und konnte gut korrigiert werden. Außerdem pflegte es die notwendigen Wege im Trab zurückzulegen, was zum zügigen Ablauf der Arbeit beitrug.

S c h a f 26

Das Tier war mäßig zahm und sehr schreckhaft. Es gewöhnte sich nur langsam an die längere Trennung von der Herde. 26 konnte als einziges Tier nicht mit dem nachgeworfenen Strick korrigiert werden, da es dann die Mitarbeit verweigerte. Es reagierte aber verhältnismäßig gut auf Zuruf.

S c h a f 21

Das Tier war besonders schreckhaft und sehr scheu. An die Trennung von der Herde ließ es sich nur äußerst schwer gewöhnen. Für die Dressur war es daher das schwierigste Tier. Es wählte aber sehr sorgfältig aus und war daher für die Untersuchung besonders geeignet.

S c h a f S

Auch S war sehr schreckhaft und nur schwer an die längere Trennung von der Herde zu gewöhnen. Es blieb länger als die übrigen Tiere sehr scheu. S achtete erst auf die Markierung der Kästen, wenn es kurz davor stand; es hatte daher als einziges Tier Schwierigkeiten, ein Feld von drei Kästen zu überblicken. Fand es den richtigen Kasten nicht gleich, öffnete es hastig alle Kästen, wodurch die Korrektur sehr erschwert wurde. Im Zweifelsfall schien es sich nach dem Geruch orientieren zu wollen oder fiel in Seitenstetigkeit.

S c h a f N

Das Tier war wie 28 sehr ruhig und zahm. Es beharrte besonders lange auf der Seitenstetigkeit und reagierte nur auf sehr deutliche Korrekturen. Als es gemerkt hatte, daß die Belohnung nicht immer an der gleichen Stelle zu finden war, lief es wahllos zum linken oder zum rechten Kasten, was den Lernprozeß verzögerte.

S c h a f J

J war zahm, sehr ausdauernd und gut zu korrigieren.



Abb.: Schaf im Futterwahl-Versuch

4. Verlauf der Untersuchung und Ergebnisse

4.1. Versuchsreihe I Rot gegen Grau

Die Versuchsreihe begann am Tag nach der Umstellung auf Dreifachwahl am 27.4. und wurde am 23.5. abgeschlossen. Im Gegensatz zu den folgenden Reihen wurden zu Rot zuerst Graustufen im möglichen Verwechslungsbereich und dann erst die entfernteren Werte angeboten. (Ursprünglich war vorgesehen, nur die Grauwerte im Verwechslungsbereich anzubieten. Die so gewonnenen Ergebnisse sind aber nur dann beweiskräftig, wenn die spektrale Empfindlichkeit des Versuchstieres der des Menschen ähnlich ist.)

Alle Versuchstiere konnten Rot sicher von Grau unterscheiden (Tabelle 5). Grau Nr. 10 war Rot in der Helligkeit am ähnlichsten. Die höchste Fehlerzahl erreichte Versuchstier 28 bei Graupaar 5/8, die Tiere 26, 21 und J bei Graupaar 15/17, S und N bei Graupaar 19/21. Keines der Tiere machte bei den Tafeln 10/11 die meisten Fehler.

Die Gesamtfehlerzahl betrug bei Rot 140.

Die Fehler verteilten sich unregelmäßig über die Graureihe.

Die meisten Fehler wurden bei Graupaar 15/17 gemacht.

Tabelle 4

Arbeitsbeispiel ROT gegen GRAU am 18.5.

+ = richtige Wahl; bei Falschwahl ist die gewählte Grautafel angegeben. Lücke = Seitenwechsel

Vt.	Grau Nr.	Wechselsystem	
S	27/29	I b	29 +++ + ++ + + + ++
26	23/25	I c	+ ++ + +++ + ++ + +
	27/29	I b	+ +++ + ++ + + + ++
21	23/25	I b verkehrt	+ +++ + ++ + + + ++
		I c	+ ++ + +++ + ++ + +
28	23/25	I b verkehrt	+ +++ + ++ + + + ++
			+ +++ + ++ + + + ++

Tab. 4 Forts.

Vt.	Grau Nr.	Wechselsystem	
J	23/25	I b verkehrt	+ +++ + ++ + + + ++
		I c	+ ++ + +++ + ++ + +
N	23/25	I b verkehrt	+ 23++ + ++ + + 25 ++
		I c	+ ++ + +++ + ++ + +

4.2 Versuchsreihe II GRÜN gegen GRAU

Die Versuchsreihe begann am 25.5. und wurde am 18.6. abgeschlossen. Eine Umdressur war, wie erwartet, nicht nötig. Die hellen Grautafeln wurden zuerst angeboten.

Alle Versuchstiere konnten Grün sicher von Grau unterscheiden (Tabelle 6).

Grau Nr. 17 war Grün in der Helligkeit am ähnlichsten. Die höchste Fehlerzahl erreichten alle Versuchstiere mit Ausnahme von Tier 28, das fehlerfrei wählte, beim ersten Graupaar (27/29). Beim Graupaar 17/18 wurden von keinem Tier Fehler gemacht.

Die Gesamtfehlerzahl bei Grün betrug 11.

Die meisten Fehler wurden beim Beginn der Versuchsreihe d.h. bei Graupaar 27/29 erreicht.

4.3. Versuchsreihe III BLAU gegen GRAU

Am 19.6. wurde erstmals Blau gegen die Grautafeln 27/29 angeboten. Sämtliche Tiere weigerten sich beharrlich, den blau markierten Kasten auch nur ein einziges Mal zu öffnen. Schreckreaktionen, wie von 26 gegenüber Rot beschrieben, traten nicht auf. Nach etwa zehn Wahlen pro Tier mußte an diesem Tag die Arbeit abgebrochen werden, da die Schafe zu unruhig wurden. Das gleiche Ergebnis wurde am folgenden Tag mit den Tafeln 1/2 gegen Blau erzielt.

Da die Tiere Blau konsequent ablehnten, war auch hier der Dressurerfolg (Unterscheidung von Grau und Nichtgrau) nachgewiesen.

Für die Dressur auf Blau, die vor Beginn der Versuchsreihe nötig war, wurden die Tafeln 1/2 verwendet. Sie konnte am 24.6. (bei Schaf S erst am 25.6.) abgeschlossen werden. Mit Ausnahme von S und 21 benötigten alle Tiere etwa 30 Wahlen. 21 brauchte fast 70 Wahlen, da es sehr schlecht mitarbeitete. S brauchte fast 100 Wahlen. Bei S machte sich vor allem bemerkbar, daß es schlecht zu korrigieren war.

Die Versuchsreihe begann am 25.6. und wurde am 13.7. abgeschlossen. Die dunklen Grau tafeln wurden zuerst angeboten.

Alle Versuchstiere konnten Blau sicher von Grau unterscheiden (Tabelle 7). Grau Nr. 3 war Blau in der Helligkeit am ähnlichsten.

Die höchste Fehlerzahl erreichten die Versuchstiere 28 und 21 bei Graupaar 25/27; Versuchstier 26 machte bei Graupaar 3/4 die meisten Fehler; S und N bei Graupaar 9/11, Tier J bei Graupaar 1/2.

Die Gesamtfehlerzahl bei Blau betrug 128.

Die Fehler verteilten sich unregelmäßig über die Graureihe.

Die meisten Fehler wurden bei Graupaar 9/11 gemacht.

4.4. Versuchsreihe IV GELB gegen GRAU

Die Versuchsreihe begann am 14.7. und wurde am 2.8. abgeschlossen.

Gelb wurde sofort als positives Signal angenommen. Eine Umdressur war nicht notwendig. Die hellen Grauwerte wurden zuerst angeboten.

Alle Versuchstiere konnten Gelb sicher von Grau unterscheiden (Tabelle 8).

Grau Nr. 28 war Gelb in der Helligkeit am ähnlichsten. Die höchste Fehlerzahl erreichten die Tiere 28, S, N und J bei den Grautafeln 28/29; die Schafe 26 und 21 wählten fehlerfrei.

Die Gesamtfehlerzahl bei Gelb betrug 25.

Die Fehler verteilten sich auf die ersten sechs Graupaare. Die meisten Fehler wurden bei Graupaar 28/29 gemacht.

4.5 Versuchsreihe V Violett gegen Grau

Die Versuchsreihe begann am 3.8. und wurde am 22.8. abgeschlossen.

Violett wurde sofort als positives Signal angenommen.

Die dunklen Graustufen wurden zuerst angeboten. Eine Umdressur war nicht notwendig.

Alle Versuchstiere konnten Violett sicher von Grau unterscheiden (Tabelle 9).

Grau Nr. 3 ist Violett in der Helligkeit am ähnlichsten.

Die höchste Fehlerzahl erreichte Versuchstier 28 bei den Graupaaren 5/7 und 9/11, Tier 26 bei 9/11, 21 bei 5/7 und 17/19, S bei 25/27 und 27/29, J bei 27/29. Als einziges Tier hatte N die meisten Fehler bei Graupaar 3/4.

Die Gesamtfehlerzahl bei Violett betrug 35.

Die Fehler verteilten sich unregelmäßig über die ganze Graureihe.

Die meisten Fehler wurden bei den Graupaaren 3/4 und 5/7 gemacht.

4.6 Versuchsreihe VI Orange gegen Grau

Die Versuchsreihe begann am 23.8. und wurde am 14.9. abgeschlossen.

Orange wurde sofort als positives Signal angenommen. Eine Umdressur war nicht notwendig. Die hellen Grautafeln wurden zuerst angeboten.

Alle Versuchstiere konnten Orange sicher von Grau unterscheiden.

(Tabelle 10)

Grau Nr. 23 ist Orange in der Helligkeit am ähnlichsten.

Die höchste Fehlerzahl erreichte Versuchstier 28 bei Graupaar 16/18; Tier 26 bei den Paaren 20/21 und 16/18, S bei 24/25 und 22/23, N bei 20/21 und J bei 8/10.

Versuchstier 21 machte keinen Fehler.

Die Gesamtfehlerzahl betrug bei Orange 34.

Die Fehler verteilten sich unregelmäßig über die Graureihe.

Die meisten Fehler wurden bei Graupaar 20/21 gemacht.

Erläuterungen zu den Tabellen 5 - 10:

Die Ergebnisse der sechs Versuchsreihen sind in den Tabellen 5 - 10 zusammengefaßt. Jede Tabelle besteht aus zwei Teilen, wovon der erste die Ergebnisse bei den einzelnen Versuchstieren wiedergibt, der zweite diese zusammenfaßt.

Unter "Grau Nr." werden die Grautafeln in Zusammenstellung und Reihenfolge wie im Versuch aufgeführt.

Unter "Verteilung der Fehler" ist die erste Angabe die Fehlerzahl bei der erstgenannten Grautafel, die zweite gilt entsprechend für die andere Grautafel .

Die statistische Auswertung erfolgte pro Tier und Graupaar (kleinste Versuchselemente); da sich die Angaben wiederholen, werden sie bei jedem Tier nur einmal gemacht.

Tabelle 5 Teil I

Erläuterungen zu Tabelle 5 - 10 auf Seite 30

Versuchsreihe I:

ROD gegen GRAU

Ergebnisse der einzelnen Versuchstiere:

Versuchstier	Grau Nr.	Anzahl der Wahlen	richtige Wahlen	falsche Wahlen	Verteilg. d. Fehler	χ^2 -Test (Abweichg. vom Verhlt. 1:1:1)
28	12/13	48	47	1	-/1	p < 0,01 (bei allen Graustufen)
	10/11	48	45	3	1/2	
	7/9	48	48	-	-	
	5/8	48	44	4	2/2	
	1/3	48	48	-	-	
	15/17	48	46	2	-/2	
	19/21	48	47	1	1/-	
	23/25	48	47	1	1/-	
	27/29	48	48	-	-	
26	12/13	48	44	4	2/2	p < 0,01 (bei allen Graustufen)
	10/11	48	44	4	1/3	
	7/9	48	48	-	-	
	5/8	48	45	3	-/3	
	1/3	48	48	-	-	
	15/17	48	42	6	1/5	
	19/21	48	45	3	1/2	
	23/25	48	46	2	1/1	
	27/29	48	47	1	-/1	

Tabelle 5 Teil I

Erläuterungen zu Tabelle 5 - 10 auf Seite 30

Versuchsreihe I:

ROT gegen GRAU

Ergebnisse der einzelnen Versuchstiere: (Fortsetzung)

Versuchstier	Grau Nr.	Anzahl der Wahlen	richtige Wahlen	falsche Wahlen	Verteilg. d. Fehler	χ^2 -Test (Abweichg. vom Verhältn. 1:1:1)
21	12/13	48	46	2	1/1	
	10/11	48	46	2	-/2	$p < 0,01$
	7/9	48	46	2	-/2	(bei allen Graustufen)
	5/8	48	46	2	-	
	1/3	48	48	-	-	
	15/17	48	42	6	-/6	
	19/21	48	44	4	1/3	
	23/25	48	48	-	-	
S	27/29	48	48	-	-	
	12/13	48	45	3	1/2	
	10/11	48	45	3	1/2	$p < 0,01$
	7/9	48	45	3	-/3	(bei allen Graustufen)
	5/8	48	43	5	-/5	
	1/3	48	47	1	-/1	
	15/17	48	44	4	1/3	
	19/21	48	42	6	-/6	
	23/25	48	44	4	2/2	
	27/29	48	45	3	-/3	

Tabelle 5 Teil I

Erläuterungen zu Tabelle 5 - 10 auf Seite 30

Versuchsreihe I:

ROT gegen GRAU

Ergebnisse der einzelnen Versuchstiere: (Fortsetzung)

Versuchstier	Grau Nr.	Anzahl der Wahlen	richtige Wahlen	falsche Wahlen	Verteilg. d. Fehler	χ^2 -Test (Abweichg. vom Verhältn. 1:1:1)
N	12/13	48	40	8	3/5	
	10/11	48	43	5	2/3	$p < 0,01$
	7/9	48	45	3	2/1	(bei allen Graustufen)
	5/8	48	44	4	3/1	
	1/3	48	46	2	1/1	
	15/17	48	44	4	-/4	
	19/21	48	42	6	1/5	
	23/25	48	45	3	2/1	
	27/29	48	48	-	-	
J	12/13	48	48	-	-	
	10/11	48	42	6	-/6	$p < 0,01$
	7/9	48	48	-	-	(bei allen Graustufen)
	5/8	48	46	2	1/1	
	1/3	48	47	1	-/1	
	15/17	48	41	7	1/6	
	19/21	48	46	2	-/2	
	23/25	48	48	-	-	
	27/29	48	46	2	1/1	

Tabelle 5 Teil II

Erläuterungen zu Tabelle 5 - 10 auf Seite 30

Versuchsreihe I:

ROT gegen GRAU

Gesamtergebnis:

Das mit a gekennzeichnete Graupaar enthält diejenige Graustufe, die Rot in der Helligkeit am ähnlichsten ist.

Bei Graupaar b wurden die meisten Fehler gemacht.

Grau Nr.	Anzahl der Wahlen	richtige Wahlen	falsche Wahlen	Verteilung d. Fehler	
12/13	288	270	18	7/11	
10/11	288	265	23	5/18	a
7/9	288	280	8	2/6	
5/8	288	268	20	6/14	
1/3	288	284	4	1/3	
15/17	288	259	29	3/26	b
19/21	288	266	22	4/18	
23/25	288	278	10	6/4	
27/29	288	282	6	1/5	

Gesamtzahl der Wahlen: 2592

Gesamtzahl der falschen
Wahlen: 140

Gesamtzahl der falschen
Wahlen in % : 5,4

T a b e l l e 6 Teil I

Erläuterungen zu Tabelle 5 - 10 auf Seite 30

Versuchsreihe II:

GRÜN gegen GRAU

Ergebnisse der einzelnen Versuchstiere:

Versuchs- tier	Grau Nr.	Anzahl der Wahlen	richtige Wahlen	falsche Wahlen	Verteilg. d. Fehler	χ^2 - Wert (Abweichg. vom Verhältn. 1:1:1)
28	27/29	48	48	-	-	$p < 0,01$ (bei allen Graustufen)
	23/25	48	48	-	-	
	19/21	48	48	-	-	
	17/18	48	48	-	-	
	15/16	48	48	-	-	
	12/14	48	48	-	-	
	8/10	48	48	-	-	
	4/6	48	48	-	-	
	1/2	48	48	-	-	
26	27/29	48	47	1	1/-	$p < 0,01$ (bei allen Graustufen)
	23/25	48	48	-	-	
	19/21	48	48	-	-	
	17/18	48	48	-	-	
	15/16	48	48	-	-	
	12/14	48	48	-	-	
	8/10	48	48	-	-	
	4/6	48	48	-	-	
	1/2	48	48	-	-	

Tabelle 6 Teil I

Erläuterungen zu Tabelle 5 - 10 auf Seite 30

Versuchsreihe II:

GRÜN gegen GRAU

Ergebnisse der einzelnen Versuchstiere: (Fortsetzung)

Versuch- tier	Grau Nr.	Anzahl der Wahlen	richtige Wahlen	falsche Wahlen	Verteilg. d. Fehler	χ^2 - Test (Abweichg. vom Verhältn. 1:1:1)
21	27/29	48	46	2	-/2	$p < 0,01$ (bei allen Graustufen)
	23/25	48	47	1	-/1	
	19/21	48	48	-	-	
	17/18	48	48	-	-	
	15/16	48	48	-	-	
	12/14	48	48	--	-	
	8/10	48	48	-	-	
	4/6	48	48	-	-	
	1/2	48	48	-	-	
S	27/29	48	47	1	-/1	$p < 0,01$ (bei allen Graustufen)
	23/25	48	48	-	-	
	19/21	48	48	-	-	
	17/18	48	48	-	-	
	15/16	48	48	-	-	
	12/14	48	48	-	-	
	8/10	48	48	-	-	
	4/6	48	48	-	-	
	1/2	48	48	-	-	

Tabelle 6 Teil I

Erläuterungen zu Tabelle 5 - 10 auf Seite 30

Versuchsreihe II:

GRÜN gegen GRAU

Ergebnisse der einzelnen Versuchstiere: (Fortsetzung)

Versuchs- tier	Grau Nr.	Anzahl der Wahlen	richtige Wahlen	falsche Wahlen	Verteilg. d. Fehler	χ^2 - Test (Abweichg. vom Verhältn. 1:1:1)
N	27/29	48	45	3	2/1	$p < 0,01$ (bei allen Graustufen)
	23/25	48	48	-	-	
	19/21	48	48	-	-	
	17/18	48	48	-	-	
	15/16	48	48	-	-	
	12/14	48	48	-	-	
	8/10	48	48	-	-	
	4/6	48	48	-	-	
J	1/2	48	48	-	-	$p < 0,01$ (bei allen Graustufen)
	27/29	48	46	2	2/-	
	23/25	48	48	-	-	
	19/21	48	48	-	-	
	17/18	48	48	-	-	
	15/16	48	48	-	-	
	12/14	48	48	-	-	
	8/10	48	48	-	-	
	4/6	48	47	1	-/1	
	1/2	48	48	-	-	

T a b e l l e 6 Teil II

Erläuterungen der Tabelle 5 - 10 auf Seite 30

Versuchsreihe II:

GRÜN gegen GRAU

Gesamtergebnis

Das mit a gekennzeichnete Graupaar enthält diejenige Graustufe, die Grün an der Helligkeit am ähnlichsten ist.

Bei Graupaar b wurden die meisten Fehler gemacht.

Grau Nr.	Anzahl der Wahlen	richtige Wahlen	falsche Wahlen	Verteilung der Fehler	
27/29	288	279	9	5/4	b
23/25	288	287	1	-/1	
19/21	288	288	-	-	
17/18	288	288	-	-	a
15/16	288	288	-	-	
12/14	288	288	-	-	
8/10	288	288	-	-	
4/6	288	287	1	-/1	
1/2	288	288	-	-	

Gesamtzahl der Wahlen: 2592

Gesamtzahl der falschen
Wahlen: 11

Gesamtzahl der falschen
Wahlen in % : 0,4

Tabelle 7 Teil I

Erläuterungen zu Tabelle 5 - 10 auf Seite 30

Versuchsreihe III:

BLAU gegen GRAU

Ergebnisse der einzelnen Versuchstiere:

Versuchs- tier	Grau Nr.	Anzahl der Wahlen	richtige Wahlen	falsche Wahlen	Verteilg. d. Fehler	χ^2 - Test (Abweichg. vom Verhältn. 1:1:1)
28	1/2	48	48	-	-	p < 0,01 (bei allen Graustufen)
	3/4	48	45	3	2/1	
	5/7	48	48	-	-	
	9/11	48	46	2	1/1	
	13/15	48	46	2	2/-	
	17/19	48	48	-	-	
	21/23	48	48	-	-	
	25/27	48	43	5	3/2	
	27/29	48	46	2	2/-	
26	1/2	48	47	1	-/1	p < 0,01 (bei allen Graustufen)
	3/4	48	42	6	3/3	
	5/7	48	45	3	3/-	
	9/11	48	47	1	-/1	
	13/15	48	47	1	-/1	
	17/19	48	47	1	-/1	
	21/23	48	47	1	-/1	
	25/27	48	46	2	2/-	
	27/29	48	48	-	-	

Tabelle 7 Teil I

Erläuterungen zu Tabelle 5 - 10 auf Seite 30

Versuchsreihe III:

BLAU gegen GRAU

Ergebnisse der einzelnen Versuchstiere: (Fortsetzung)

Versuch- tier	Grau Nr.	Anzahl der Wahlen	richtige Wahlen	falsche Wahlen	Verteilg. d. Fehler	χ^2 - Test (Abweichg. vom Verhältn. 1:1:1)
21	1/2	48	45	3	1/2	p < 0,01 (bei allen Graustufen)
	3/4	48	47	1	1/-	
	5/7	48	46	2	1/1	
	9/11	48	45	3	2/1	
	13/15	48	47	1	1/-	
	17/19	48	46	2	-/2	
	21/23	48	46	2	1/1	
	25/27	48	42	6	-/6	
	27/29	48	48	-	-	
S	1/2	48	44	4	-/4	p < 0,01 (bei allen Graustufen)
	3/4	48	41	7	-/7	
	5/7	48	45	3	1/2	
	9/11	48	34	14	4/10	
	13/15	48	45	3	1/2	
	17/19	48	44	4	1/3	
	21/23	48	46	2	2/-	
	25/27	48	45	3	1/2	
	27/29	48	47	1	-/1	

Tabelle 7 Teil I

Erläuterungen zu Tabelle 5 - 10 auf Seite 30

Versuchsreihe III:

BLAU gegen GRAU

Ergebnisse der einzelnen Versuchstiere: (Fortsetzung)

Versuchs- tier	Grau Nr.	Anzahl der Wahlen	richtige Wahlen	falsche Wahlen	Verteilg. d. Fehler	χ^2 - Test (Abweichg. vom Verhltm. 1:1:1)
N	1/2	48	45	3	1/2	$p < 0,01$ (bei allen Graustufen)
	3/4	48	47	1	1/-	
	5/7	48	46	2	1/1	
	9/11	48	39	9	1/8	
	13/15	48	47	1	-/1	
	17/19	48	47	1	-/1	
	21/23	48	47	1	1/-	
	25/27	48	44	4	2/2	
	27/29	48	48	-	-/-	
J	1/2	48	44	4	1/3	$p < 0,01$ (bei allen Graustufen)
	3/4	48	47	1	1/-	
	5/7	48	47	1	1/-	
	9/11	48	46	2	-/2	
	13/15	48	47	1	-/1	
	17/19	48	47	1	1/-	
	21/23	48	48	-	-	
	25/27	48	46	2	-/2	
	27/29	48	48	-	-	

Tabelle 7 Teil II

Erläuterung zu Tabelle 5 - 10 auf Seite 30

Versuchsreihe III:

BLAU gegen GRAU

Gesamtergebnis

Das mit a gekennzeichnete Graupaar enthält diejenige Graustufe, die Blau in der Helligkeitsstufe am Ähnlichsten ist.

Bei Graupaar b wurden die meisten Fehler gemacht.

Grau Nr.	Anzahl der Wahlen	richtige Wahlen	falsche Wahlen	Verteilung der Fehler	
1/2	288	273	15	3/12	
3/4	288	269	19	8/11	a
5/7	288	277	11	7/4	
9/11	288	257	31	8/23	b
13/15	288	279	9	4/5	
17/19	288	279	9	2/7	
21/23	288	282	6	4/2	
25/27	288	266	22	8/14	
27/29	288	285	3	2/1	

Gesamtzahl der Wahlen:	2592
Gesamtzahl der falschen Wahlen:	125
Gesamtzahl der falschen Wahlen in % :	4,8

T a b e l l e 8 Teil I

Erläuterungen zu Tabelle 5 - 10 auf Seite 30

Versuchsreihe IV:

GELB gegen GRAU

Ergebnisse der einzelnen Versuchstiere:

Versuchs- tier	Grau Nr.	Anzahl der Wahlen	richtige Wahlen	falsche Wahlen	Verteilg. d. Fehler	χ^2 - Test (Abweichg. vom Verhältn. 1:1:1)
28	28/29	48	45	3	1/2	
	26/27	48	48	-	-	$p < 0,01$
	22/24	48	48	-	-	(bei allen Graustufen)
	18/20	48	48	-	-	
	14/16	48	48	-	-	
	10/12	48	48	-	-	
	6/8	48	48	-	-	
26	2/4	48	48	-	-	
	28/29	48	48	-	-	
	26/27	48	48	-	-	$p < 0,01$
	22/24	48	48	-	-	(bei allen Graustufen)
	18/20	48	48	-	-	
	14/16	48	48	-	-	
	10/12	48	48	-	-	
	6/8	48	48	-	-	
	2/4	48	48	-	-	

Tabelle 8 Teil I

Erläuterungen zu Tabelle 5 - 10 auf Seite 30

Versuchsreihe IV:

GELB gegen GRAU

Ergebnisse der einzelnen Versuchstiere: (Fortsetzung)

Versuchstier	Grau Nr.	Anzahl der Wahlen	richtige Wahlen	falsche Wahlen	Verteilg. d. Fehler	χ^2 - Test (Abweichg. vom Verhältn. 1:1:1)
24	28/29	48	48	-	-	p < 0,01 (bei allen Graustufen)
	26/27	48	48	-	-	
	22/24	48	48	-	-	
	18/20	48	48	-	-	
	14/16	48	48	-	-	
	10/12	48	48	-	-	
	6/8	48	48	-	-	
	2/4	48	48	-	-	
S	28/29	48	44	4	3/1	p < 0,01 (bei allen Graustufen)
	26/27	48	48	-	-	
	22/24	48	45	3	2/1	
	18/20	48	46	2	-/2	
	14/16	48	47	1	-/1	
	10/12	48	48	-	-	
	6/8	48	48	-	-	
	2/4	48	48	-	-	

Tabelle 8 Teil I

Erläuterungen zu Tabelle 5 - 10 auf Seite 30

Versuchsreihe IV:

GELB gegen GRAU

Ergebnisse der einzelnen Versuchstiere: (Fortsetzung)

Versuchstier	Grau Nr.	Anzahl der Wahlen	richtige Wahlen	falsche Wahlen	Verteilg. d. Fehler	χ^2 - Test (Abweichg. vom Verhältn. 1:1:1)
N	28/29	48	44	4	2/2	$p < 0,01$ (bei allen Graustufen)
	26/27	48	46	2	2/-	
	22/24	48	45	3	3/-	
	18/20	48	48	-	-	
	14/16	48	48	-	-	
	10/12	48	47	1	1 /-	
	6/8	48	48	-	-	
	2/4	48	48	-	-	
J	28/29	48	46	2	2/-	$p < 0,01$ (bei allen Graustufen)
	26/27	48	48	-	-	
	22/24	48	48	-	-	
	18/20	48	48	-	-	
	14/16	48	48	-	-	
	10/12	48	48	-	-	
	6/8	48	48	-	-	
	2/4	48	48	-	-	

Tabelle 8 Teil II

Erläuterungen zu Tabelle 5 - 10 auf Seite 30

Versuchsreihe IV:

GELB gegen GRAU

Gesamtergebnis:

Das mit a gekennzeichnete Graupaar enthält diejenige Graustufe, die Gelb in der Helligkeit am ähnlichsten ist.

Bei Graupaar b wurden die meisten Fehler gemacht.

Grau Nr.	Anzahl der Wahlen	richtige Wahlen	falsche Wahlen	Verteilg. d. Fehler	a b
28/28	288	275	13	8/5	
27/26	288	286	2	2/-	
22/24	288	282	6	5/1	
18/20	288	286	2	-/2	
14/16	288	287	1	-/1	
10/12	288	287	1	1/-	
6/8	288	288	-	-	
2/4	288	288	-	-	

Gesamtzahl der Wahlen: 2304

Gesamtzahl der falschen
Wahlen : 25

Gesamtzahl der falschen
Wahlen in %: 1,1

Tabelle 9 Teil I

Erläuterung zu Tabelle 5 - 10 auf Seite 30

Versuchsreihe V:

VIOLETT gegen GRAU

Ergebnisse der einzelnen Versuchstiere:

Versuchstier	Grau Nr.	Anzahl der Wahlen	richtige Wahlen	falsche Wahlen	Verteilg. d. Fehler	χ^2 - Test (Abweichg. vom Verhältn. 1:1:1)
28	1/2	48	48	-	-	$p < 0,01$ (bei allen Graustufen)
	3/4	48	48	-	-	
	5/7	48	47	1	1/-	
	9/11	48	47	1	1/-	
	13/15	48	48	-	-	
	17/19	48	48	-	-	
	21/23	48	48	-	-	
	25/27	48	48	-	-	
26	27/29	48	48	-	-	$p < 0,01$ (bei allen Graustufen)
	1/2	48	48	-	-	
	3/4	48	47	1	1/-	
	5/7	48	47	1	1/-	
	9/11	48	46	2	2/-	
	13/15	48	48	-	-	
	17/19	48	48	-	-	
	21/23	48	48	-	-	
	25/27	48	48	-	-	
	27/29	48	48	-	-	

Tabelle 9 Teil I

Erläuterungen zu Tabelle 5 - 10 auf Seite 30

Versuchsreihe V:

VIOLETT gegen GRAU

Ergebnisse der einzelnen Versuchstiere: (Fortsetzung)

Versuchstier	Grau Nr.	Anzahl der Wahlen	richtige Wahlen	falsche Wahlen	Verteilg. d. Fehler	χ^2 - Test (Abweichg. vom Verhältn. 1:1:1)
21	1/2	48	48	-	-	
	3/4	48	48	-	-	$p < 0,01$ (bei allen Graustufen)
	5/7	48	47	1	1/-	
	9/11	48	48	-	-	
	13/15	48	48	-	-	
	17/19	48	47	1	-/1	
	21/23	48	48	-	-	
	25/27	48	48	-	-	
	27/29	48	48	-	-	
S	1/2	48	48	-	-	
	3/4	48	46	2	2/-	$p < 0,01$ (bei allen Graustufen)
	5/7	48	46	2	1/1	
	9/11	48	46	2	-/2	
	13/15	48	47	1	-/1	
	17/19	48	48	-	-	
	21/23	48	46	2	1/1	
	25/27	48	45	3	-/3	
	27/29	48	45	3	-/3	

Tabelle 9 Teil I

Erläuterungen zu Tabelle 5 - 10 auf Seite 30

Versuchsreihe V:
VIOLETT gegen GRAU

Ergebnisse der einzelnen Versuchstiere: (Fortsetzung)

Versuchs- tier	Grau Nr.	Anzahl der Wahlen	richtige Wahlen	falsche Wahlen	Verteilg. d. Fehler	χ^2 - Test (Abweichg. vom Verhältn. 1:1:1)
N	1/2	48	47	1	1/-	p < 0,01 (bei allen Graustufen)
	3/4	48	44	4	4/-	
	5/7	48	46	2	2/-	
	9/11	48	47	1	-/1	
	13/15	48	48	-	-	
	17/19	48	45	3	1/2	
	21/23	48	48	-	-	
	25/27	48	48	-	-	
	27/29	48	48	-	-	
J	1/2	48	48	-	-	p < 0,01 (bei allen Graustufen)
	3/4	48	48	-	-	
	5/7	48	48	-	-	
	9/11	48	48	-	-	
	13/15	48	48	-	-	
	17/19	48	48	-	-	
	21/23	48	48	-	-	
	25/27	48	48	-	-	
	27/29	48	47	1	-/1	

T a b e l l e 9 Teil II

Erläuterungen zu Tabelle 5 - 10 auf Seite 30

Versuchsreihe V:

VIOLETT gegen GRAU

Gesamtergebnis

Das mit a gekennzeichnete Graupaar enthält diejenige Graustufe, die Violett in der Helligkeit am ähnlichsten ist.

Bei Graupaar b wurden die meisten Fehler gemacht.

Grau Nr.	Anzahl der Wahlen	richtige Wahlen	falsche Wahlen	Verteilg. d. Fehler		
1/2	288	287	1	1/-		
3/4	288	281	7	7/-	a	b
5/7	288	281	7	6/1		b
9/11	288	282	6	3/3		
13/15	288	287	1	-/1		
17/19	288	284	4	1/3		
21/23	288	286	2	1/1		
25/27	288	285	3	-/3		
27/29	288	284	4	-/4		

Gesamtzahl der Wahlen : 2592

Gesamtzahl der falschen
Wahlen : 35

Gesamtzahl der falschen
Wahlen in % : 1,4

Tabelle 10 Teil I

Erläuterungen zu Tabelle 5 - 10 auf Seite 30

Versuchsreihe VI:

ORANGE gegen GRAU

Ergebnisse der einzelnen Versuchstiere:

Versuchstier	Grau Nr.	Anzahl der Wahlen	richtige Wahlen	falsche Wahlen	Verteilg. d. Fehler	χ^2 - Test (Abweichg. vom Verhältn. 1:1:1)
28	27/29	48	48	-	-	$p < 0,01$ (bei allen Graustufen)
	24/25	48	48	-	-	
	22/23	48	48	-	-	
	20/21	48	48	-	-	
	16/18	48	47	1	-/1	
	12/14	48	48	-	-	
	8/10	48	48	-	-	
	4/6	48	48	-	-	
	1/2	48	48	-	-	
26	27/29	48	48	-	-	$p < 0,01$ (bei allen Graustufen)
	24/25	48	48	-	-	
	22/23	48	48	-	-	
	20/21	48	47	1	1/-	
	16/18	48	47	1	1/-	
	12/14	48	48	-	-	
	8/10	48	48	-	-	
	4/6	48	48	-	-	
	1/2	48	48	-	-	

Tabelle 10 Teil I

Erläuterungen zu Tabelle 5 - 10 auf Seite 30

Versuchsreihe VI:

ORANGE gegen GRAU

Ergebnisse der einzelnen Versuchstiere: (Fortsetzung)

Versuchs- tier	Grau Nr.	Anzahl der Wahlen	richtige Wahlen	falsche Wahlen	Verteilg. d. Fehler	χ^2 - Test (Abweichg. vom Verhältn. 1:1:1)
21	27/29	48	48	-	-	
	24/25	48	48	-	-	$p < 0,01$
	22/23	48	48	-	-	(bei allen Graustufen)
	20/21	48	48	-	-	
	16/18	48	48	-	-	
	12/14	48	48	-	-	
	8/10	48	48	-	-	
	4/6	48	48	-	-	
	1/2	48	48	-	-	
S	27/29	48	47	1	1/-	$p < 0,01$
	24/25	48	44	4	1/3	(bei allen Graustufen)
	22/23	48	44	4	3/1	
	20/21	48	45	3	1/2	
	16/18	48	45	3	3/-	
	12/14	48	46	2	-/2	
	8/10	48	47	1	1/-	
	4/6	48	47	1	1/-	
	1/2	48	48	-	-/-	

Tabelle 10 Teil I

Erläuterungen zu Tabelle 5 - 10 auf Seite 30

Versuchsreihe VI:

VIOLETT gegen GRAU

Ergebnisse der einzelnen Versuchstiere: (Fortsetzung)

Versuchstier	Grau Nr.	Anzahl der Wahlen	richtige Wahlen	falsche Wahlen	Verteilg. d. Fehler	χ^2 - Test (Abweichg. vom Verhältn. 1:1:1)
N	27/29	48	47	1	1/-	$p < 0,01$ (bei allen Graustufen)
	24/25	48	47	1	1/-	
	22/23	48	47	1	1/-	
	20/21	48	44	4	2/2	
	16/18	48	48	-	-	
	12/14	48	48	-	-	
	8/10	48	47	1	-/1	
	4/6	48	47	1	1/-	
	1/2	48	48	-	-	
J	27/29	48	48	-	-	$p < 0,01$ (bei allen Graustufen)
	24/25	48	48	-	-	
	22/23	48	48	-	-	
	20/21	48	48	-	-	
	16/18	48	48	-	-	
	12/14	48	48	-	-	
	8/10	48	45	3	1/2	
	4/6	48	48	-	-	
	1/2	48	48	-	-	

T a b e l l e 10 Teil II

Erläuterungen zu Tabelle 5 - 10 auf Seite 30

Versuchsreihe VI:

VIOLETT gegen GRAU

Gesamtergebnis

Das mit a gekennzeichnete Graupaar enthält diejenige Graustufe, die Orange in der Helligkeit am-ähnlichsten ist.

Bei Graupaar b wurden die meisten Fehler gemacht.

Grau Nr.	Anzahl der Wahlen	richtige Wahlen	falsche Wahlen	Verteilg. d. Fehler	
27/29	288	286	2	2/-	
24/25	288	283	5	2/3	
22/23	288	283	5	4/1	a
20/21	288	280	8	4/4	b
16/18	288	283	5	4/1	
12/14	288	286	2	-/2	
8/10	288	283	5	2/3	
4/6	288	286	2	2/-	
1/2	288	288	-	-	

Gesamtzahl der Wahlen: 2592

Gesamtzahl der falschen
Wahlen: 34

Gesamtzahl der falschen
Wahlen in % : 1,3

5. Diskussion

Die Schafe konnten alle sechs Farben sicher von Grau unterscheiden. Nach der Gesamtfehlerzahl der einzelnen Farben wurde Grün mit elf Fehlern am besten erkannt. Es folgen Gelb (25 Fehler), Orange (34 Fehler), Violett (35 Fehler). Eine deutlich höhere Fehlerzahl weisen dagegen Blau (125) und Rot (140) auf. Möglicherweise können Schafe diese Farben weniger gut sehen. Die Fehlerzahl sagt aber noch nichts darüber aus, wieviel Mühe die Tiere hatten, die Farbe zu erkennen. Es wäre durchaus denkbar, daß eine Farbe, die "gerade noch" erkannt werden kann, fehlerfrei gewählt wird.

Vergleicht man bei den einzelnen Farben die Fehlerzahlen, die bei den Grauwerten mit den meisten Fehlern gemacht wurden, so schneiden auch hier Rot und Blau mit 29 bzw. 34 Fehlern am schlechtesten ab. Bei den übrigen Farben liegt die Fehlerzahl zwischen 7 und 13. Auch danach kann vermutet werden, daß Rot und Blau relativ schlecht erkannt werden. Möglicherweise spielt dabei die Helligkeit der Farbe eine Rolle. Rot und Blau waren verhältnismäßig dunkle Tafeln. Allerdings wurde Violett, das ebenso dunkel war wie Blau und dunkler als Rot, und das dem Blau im Farbcharakter sehr ähnlich war (Blauviolett), gut erkannt. Die spontane und sichere Ablehnung von Blau durch die Schafe spricht eher gegen die Annahme, daß sie Blau nicht gut erkannten.

Außer bei Gelb wurden bei den Graustufen, die nach den Eichwerten die ähnlichste Helligkeit hatten, nicht die meisten Fehler gemacht. Bei Rot, Grün, Blau und Violett traten die meisten Fehler bei helleren Grauwerten auf, bei Orange dagegen bei dunkleren Graustufen.

Die Verteilung der Gesamtfehler über die Graureihe ist bei Rot, Blau, Orange und Violett unregelmäßig. Dagegen zeigen sich bei Grün und Gelb erhöhte Fehlerzahlen am Anfang der Versuchsreihe. Hier könnte sich eine anfängliche Unsicherheit der neuen Farbe gegenüber bemerkbar machen.

Der Vergleich von absoluten Fehlerzahlen ist im Übrigen nur bedingt aussagekräftig. An manchen Tagen wurden sehr wenig Fehler gemacht und auch diese kamen sehr oft nur dadurch zustande, daß die Tiere durch ihre Umgebung (Institutsbetrieb usw.) abgelenkt oder erschreckt wurden. Z.B. ist die hohe Fehlerzahl bei Rot teilweise damit zu erklären, daß die Tiere während der Versuchszeit von Rot durch die Lämmer abgelenkt wurden.

Aussagen über die spektrale Empfindlichkeit des Schafes sind nach den Ergebnissen nicht möglich. Sie lassen sich bei Farbsehuntersuchungen nur dann machen, wenn das Versuchstier die Graureihe in einem bestimmten Bereich nicht von der Farbe unterscheiden kann.

Die Farben Violett und Gelb liegen in ihren Helligkeitswerten sehr nahe am Ende der Graureihe. Es kann nicht ausgeschlossen werden, daß das erste Graupaar, das zu diesen Farben angeboten wurde, auch die vergleichbare Helligkeitsstufe enthielt. Es wäre denkbar, daß sich die Tiere die Grauwerte aus der vorangegangenen Untersuchung gemerkt haben und deshalb die Farbe sofort erkannten. Dagegen ist einzuwenden, daß in beiden Fällen nicht das gleiche Graupaar verwendet wurde. Blau wurde mit den Tafeln 27/29 abgeschlossen. Gelb begann mit 28/29; die letzten Tafeln bei Gelb waren 2/4. Violett begann mit 1/2. Bei Gelb wurde also möglicherweise der Helligkeitswert von Nr. 29 erkannt, nicht aber der von Nr. 28, da die Tafel bei Gelb zum erstenmal verwendet wurde. Bei Violett war vielleicht die

Tafel Nr. 2 bekannt. Mit hoher Wahrscheinlichkeit war dies nicht bei Tafel 1 der Fall, die fünf Wochen zuvor zum letztenmal angeboten worden war.

Hätten sich die Tiere nur nach der Helligkeit gerichtet, wäre bei Falschwahlern die unbekannte Grautafel erheblich häufiger gewählt worden als die bekannte. Dies war nicht der Fall.

Nach dem unklaren Verhalten von Schaf 26 scheint das Gelingen der Dressur bei diesem Tier nicht ganz sicher. Immerhin verhielt es sich bei allen übrigen Farben wie die anderen Tiere. Wie beschrieben, war bei 26 die Korrektur nur durch Zuruf möglich. Die Grautafeln waren ihm bei der Dressur weniger deutlich als den anderen Tieren als negativ dargestellt worden. Es wäre denkbar, daß das Tier deshalb als einziges nach "Grün ist richtig" gewählt hatte, während sich die anderen nach "Grau ist falsch" entschieden. Mit der neuen Farbe verlor 26 dann sein Schema und wählte daher falsch. Bei den folgenden Farben hat es sich dann möglicherweise ebenfalls nach "Grau ist falsch" gerichtet. Auch SEITZ (1951) und GRZIMEK (1952) halten eine Orientierung nach negativen Signalen für möglich.

Die Gesamtfehlerzahl der einzelnen Tiere schwankt erheblich. Schaf 28 machte bei allen Versuchsreihen insgesamt nur 32 Fehler. Es folgen J, 21 und 26 mit 41, 43 bzw. 46 Fehlern. Deutlich höher liegt die Zahl bei N und S (90 bzw. 121). Die Fehlerzahl muß aber nicht direkt korreliert sein mit dem Farbsehvermögen. Die Dressierbarkeit und der Dressurerfolg sind dabei von entscheidendem Einfluß. Auch bei der Nilgauantilope (BACKHAUS 1959 a) scheint sich eine geringe Dressureignung auf die Ergebnisse der Untersuchung ausgewirkt zu haben. Hier zeigt sich eine grundsätzliche Schwäche der Dressurmethode. Positive Ergebnisse setzen immer eine erfolgreiche Dressur voraus (HOFFMANN 1952).

Die Tatsache, daß alle Farben sicher von Grau unterschieden wurden, sagt nicht, daß die Tiere wie der Mensch "farbig" sehen. Eine Unterscheidung wäre auch mit Hilfe des von HAJOS (1962) beschriebenen "Farbstereoeffektes" möglich. Er wird zurückgeführt auf den Winkel-Unterschied zwischen Augenachse und Sehachse und die chromatische Aberration der Linse. Kurzwellige Strahlen werden stärker abgelenkt als langwellige. Die Abbildung einer farbigen Fläche an der Netzhaut wird somit entsprechend nasal- oder temporalwärts verschoben. Die Unterschiede rufen beim Menschen bei binokularem Sehen den Eindruck deutlicher Tiefenunterschiede hervor. Da das Phänomen unter anderem auf der unterschiedlichen Wellenlänge des Lichtes beruht, kommt man, nach der Definition des Farbsehens auch in diesem Fall zu einem positiven Ergebnis.

Die Ergebnisse stehen weder im Widerspruch zu den histologischen Untersuchungen von ZÜRN (1902) und MENNER (1928) noch zu denen bei den bereits untersuchten Huftieren.

Sie decken sich nicht mit denen von TRIBE und GORDON (1949). In deren Untersuchung sollten die Tiere Futterkästen mit blauer (positiv) und roter (negativ) Beleuchtung differenzieren. Nach 70 Tagen mit jeweils zwei Wahlen zeigte sich kein Erfolg. Eine Dressur durch die Untersucher fand nicht statt. Nach meinen Erfahrungen mit "Versuch und Irrtum" kann nicht unbedingt damit gerechnet werden, daß die Tiere die Aufgabe allein erlernen. Es ist anzunehmen, daß die Untersuchung im Lernstadium abgebrochen wurde. Andererseits hat BAKHAUS (1959 a) mit Versuch und Irrtum Erfolg gehabt. Hier war aber die Zahl der täglichen Wahlen erheblich höher. Aus der Versuchsbeschreibung geht nicht hervor, ob die Tiere nach Falschwahl auch an den richtigen Kasten gehen konnten. War dies der Fall, bestand für die Tiere kein Anreiz, den richtigen Kasten gleich zu finden. Es wäre auch denkbar, daß sie die Markierung zwar sahen, sie aber nicht beachteten. Die Schlußfolgerungen der Verfasser setzen eine dem Menschen vergleichbare spektrale Empfindlichkeit voraus. Wie aus den Ergebnissen bei der Nilgauantilope (BAKHAUS 1959 a) hervorgeht, ist dies aber nicht grund-

sätzlich möglich. Wie BACKHAUS beim Rothirsch zeigt und wie auch nach den Ergebnissen von HOFFMANN beim Rind (Zebu) vermutet werden kann, ist für ein Erkennen von Rot und besonders von Blau eine erheblich größere Beleuchtungsintensität notwendig als für Gelb und Grün. Nach der Versuchsbeschreibung ist denkbar, daß die Signale nicht hell genug waren.

Ferner bleibt die Frage, ob das Farbsehvermögen bei einzelnen Rassen unterschiedlich ausgeprägt ist. Es wäre denkbar, daß die Fähigkeit bei intensiver Zucht verändert wird. Sowohl beim Merinolandschaf als auch beim Cheviotschaf handelt es sich um ältere Zuchtrassen. Es ist also nicht auszuschließen, daß das Cheviotschaf Farben schlechter erkennt als das Merinolandschaf.

SCHÄFER (1961) nimmt an, daß Schafe keine Farben sehen. Er beschreibt eine Karakulherde in Südwestafrika. Die Zuchttiere trugen farbige Ohrmarken. Der Kral, in dem die Tiere die Nacht verbrachten, war in verschiedene Abteile aufgeteilt, die mit Farbtafeln entsprechend den Ohrmarken gekennzeichnet waren. Die Aufgabe der Tiere war nun, sich entsprechend den Markierungen im Kral zu verteilen. Eine Dressur fand nicht statt. Farborientierung konnte nicht beobachtet werden. In dieser Anordnung besteht für die Tiere keinerlei Anreiz, die Aufgabe zu erlernen. Außerdem wurden stets zusätzlich akustische Zeichen gegeben, an die sie bereits gewöhnt waren, sodaß auch in diesem Falle damit gerechnet werden muß, daß die Farbtafeln zwar gesehen, aber nicht beachtet wurden.

Daß akustische Signale erheblichen Einfluß auf die Orientierung haben können, konnte bei Schaf 21 festgestellt werden. Mit einer spontanen Farborientierung war, nach meinen Erfahrungen, bei den Karakulschafen nicht zu rechnen. Offenbar können akustische Signale optische sogar überlagern. Dazu folgende Beobachtung: Wie beschrieben trug ich meist graue Kittel. Als ich einmal den Auslauf in Straßenkleidung betrat, erkannten mich die Tiere nicht und wichen aus. Als ich dann zu ihnen sprach, verhielten sie sich wie gewohnt, obwohl der optische Eindruck bestehen blieb.

Das akustische Signal war also wichtiger gewesen als das optische. Auch das erklärt die Beobachtungen von SCHAFER. Andererseits zeigt das Beispiel, daß das Aussehen durchaus von Bedeutung ist für das Verhalten der Tiere (STRATTON 1923).

Es fällt auf, daß sämtliche Huftiere, ausgenommen das Schwein (hierzu liegen keine Angaben vor) und das Pferd (ein Vergleich ist nicht möglich, da Blau als Dressurfarbe diente), Blau spontan ablehnten. Bei allen Tieren war eine erneute Dressur notwendig. Auch der Elefant (*Elaphus maximus*) (RENSCH und ALTEVOGT 1953) lehnte Blau ab. Dagegen wurde Violett, soweit es untersucht wurde, sofort angenommen.

Man kann offenbar nicht davon ausgehen, daß Pflanzenfresser Grün als "Futterfarbe" bevorzugen. Die Schafe erhielten überwiegend Heu und Kraftfutter und zeigten nur vereinzelt Interesse an frischem Gras.

Nach den Ergebnissen von GRZIMEK (1952) scheint die Dressurfarbe einen gewissen Einfluß auf die Fehlerzahl bei den einzelnen Farben zu haben, und zwar insofern, als sie verhältnismäßig gut erkannt wird. Auch die Schafe erkannten ihre Dressurfarbe gut. Bei den anderen Huftieren (vom Schwein liegen keine ausreichenden Angaben vor) ist dies nicht der Fall. Möglicherweise machen sich hier neben artspezifischen Unterschieden auch unterschiedliche Dressurbedingungen und Dressurmethoden bei den einzelnen Untersuchungen bemerkbar.

Da eine Dressur oder zumindest eine längere Lernzeit notwendig ist, bis sich Schafe nach Farbeindrücken orientieren, scheint das Farbsehvermögen bei ihnen nur eine untergeordnete Rolle zu spielen.

Obwohl Blau unter den gleichen Bedingungen angeboten wurde wie zuvor Rot und Grün, lehnten es die Schafe spontan ab. Das legt die Vermutung nahe, daß Schafe Blau als eine andere optische Qualität

ansehen als Rot und Grün, d.h. Blau von Rot und Grün unterscheiden können.

Ein Differenzierungsvermögen für Grün und Rot ist nach der Reaktion von Schaf 26 gegenüber Rot nicht auszuschließen.

Die Zahl der Wahlen, die pro Tier und Tag durchgeführt werden können, ist abhängig von den Arbeitszeiten und den Versuchsanordnungen. Damit erklärt sich auch die Tatsache, daß sie bei den übrigen Huftieren teilweise erheblich größer war.

Die Zahl der Kästen, die angeboten wurden, hätte sich, ohne daß die Tiere durch die Vielzahl der Möglichkeiten verwirrt worden wären, vermutlich noch erhöhen lassen. Eine Ausnahme bildet lediglich Schaf S, das offensichtlich Mühe hatte, ein Feld von drei Kästen zu überblicken.

Die Fehler verteilten sich unregelmäßig auf die einzelnen Positionen. Bei Rot gegen Grau wurden z.B. allein 75 der insgesamt 140 Fehler auf der linken Position gemacht, dagegen nur 33 in der Mitte und 32 rechts. Bei Blau gegen Grau wurden die meisten Fehler rechts gemacht (54 von 125), links 45 und in der Mitte 26.

Seitenstetigkeit wird von KITTREDGE (1923) beim Kalb, von BACKHAUS (1959 a) bei der Zwergziege und von SEITZ (1951) beim Schaf beschrieben. Dabei handelt es sich um diejenigen Tierarten, denen die wenigsten Kästen (maximal drei) angeboten wurden. Bei den übrigen Huftieren, die zum Teil erheblich mehr Wahlmöglichkeiten hatten, (bis zu zehn Kästen), trat offenbar keine Seitenstetigkeit auf. Ein direkter Zusammenhang zwischen Kastenzahl und Seitenstetigkeit scheint aber nicht zu bestehen. Bei den Schafen stellte sie sich sofort mit dem Anbieten des zweiten Kastens ein. Da auch Versuche mit vielen Wahlmöglichkeiten meist auf Zweifachwahl aufbauen, (die übrigen Kästen werden nach und nach hinzugefügt), bestand bei allen Huftieren die Gelegenheit für das Auftreten einer Seitenstetigkeit. Artspezifische Unterschiede sind nicht auszuschließen. Erhebliche individuelle Unterschiede wurden beim Schaf beobachtet und scheinen auch bei der Ziege vorzukommen.

Die Eigenarten der einzelnen Tiere haben erheblichen Einfluß auf deren Lernfähigkeit. Mit den besonders schreckhaften und scheuen Tieren (26, 21, S) mußte sehr intensiv gearbeitet werden, da sie verhältnismäßig lange brauchten, um sich an die Trennung von der Herde und die dauernde Anwesenheit eines Untersuchers zu gewöhnen. Die zahmeren Tiere lernten die Aufgabe wesentlich rascher. Aber auch die große Ruhe von Schaf N stellte ein erhebliches Lernhindernis dar, da es die Korrekturen nur wenig beachtete und schlecht ansprechbar war.

Die Erfahrungen mit Ziegen in der Dressurarbeit sind sehr verschieden. SEITZ (1951) hatte mit Zwergziegen wenig Erfolg, während BACKHAUS (1959 a) die Dressur gelang. Auch FISCHER (1930) konnte die Ziegen für eine Mitarbeit interessieren. Er legte besonderen Wert darauf, daß die Tiere stets schmackhafte Belohnungen in den Kästen vorfanden. Da ich darauf verzichtete und nur das übliche Futter anbot, fiel für sie ein wichtiger Anreiz zur Mitarbeit weg.

Zudem bekamen die Ziegen bei der ersten Fütterung aufgrund ihrer hohen Rangstellung in der Gesamtherde genug Futter und waren bei den Wahlen wohl nicht mehr hungrig.

Es konnte nachgewiesen werden, daß Schafe wie die übrigen bereits untersuchten Huftiere die Fähigkeit besitzen, Farben und Grautöne zu unterscheiden. Damit ist an eine praktische Anwendung des Farbsehvermögens in der Schafhaltung zu denken. Eine ergänzende Untersuchung über das Unterscheidungsvermögen für Farbtöne und die spektrale Empfindlichkeit des Schafes wären wünschenswert und auch für die Praxis sinnvoll.

6. Zusammenfassung

Es wurde das Farbsehvermögen von sechs weiblichen Merino-landschaften geprüft. Die Untersuchung fand im Futterwahlversuch mit Dreifach-Simultanwahl nach der Dressurmethode statt. Als Signale dienten Pigmenttafeln. Positives Signal war jeweils eine der sechs Farbtafeln. Als negative Signale wurden graue Tafeln von unterschiedlicher Helligkeit (Graureihe) verwendet. Einer Farbe wurden insgesamt 16 bzw. 18 verschiedene Grautafeln zur Auswahl gegenübergestellt. Pro Farbe wurden insgesamt 2592 bzw. 2304 Wahlen durchgeführt. Untersucht wurden die Farben Rot, Blau, Grün, Gelb, Orange und Violett.

Die statistische Auswertung nach dem χ^2 - Test wurde an der kleinsten Versuchseinheit (48 Wahlen pro Versuchstier und zwei Grautafeln) durchgeführt.

Die Versuchstiere konnten alle Farben sicher von Grau unterscheiden.

Möglicherweise unterscheiden Schafe die Farben Rot, Blau und Grün voneinander. Rückschlüsse auf die spektrale Empfindlichkeit der Tiere sind anhand der Ergebnisse nicht möglich..

Für das Orientierungsvermögen des Schafes hat das Farbsehvermögen vermutlich nur eine untergeordnete Bedeutung.

Summary

Colour vision was tested in six female sheep (Merinolandschaf). The investigation was performed by a three-choice training with reinforcement by food reward. The signals were pigment plates. Grey plates of different brightness (grey steps from white to black) were applied to negative signals. To one colour were altogether 16 resp. 18 different grey plates offered for choice. For each colour were made 2592 resp. 2304 choices. The test was made for the colours red, blue, green, yellow, orange, and violet.

The statistical interpretation according to the χ^2 -Test was made from the smallest unit of test (48 choices of one animal and two grey plates).

The animals could be proven to be able to distinguish all colours of grey.

Possibly sheep are able to distinguish the colours red, blue, and green. The results do not allow to make any conclusions to the spektral sensitivity of the animals.

Colour vision can be presumed to be of subordinate importance for the orientation of sheep.

7. Literaturverzeichnis

- Autrum, H. und (1973) Comparative Physiology of
Thomas, I.: Colour Vision in Animals
In: Handbook of Sensory Physiology
Vol. VII/3 Springer Berlin
- Backhaus, D.: (1959a) Experimentelle Untersuchungen
über die Sehschärfe und das
Farbensehen einiger Huftiere
Z. Tierpsychol. 16, 445-467
- ders.: (1959b) Experimentelle Prüfung des
Farbsehvermögens einer Massai-
Giraffe
Z. Tierpsychol. 16, 468-477
- Buddenbrock, W.von (1952) Vom Farbensinn der Tiere
Franckh Stuttgart
- Cena, M.: (1964) Zoohygienische Beobachtungen
über das Verhalten der Milchkühe
in Offenstallhaltung
Arch. Tierz. 7, 21-31
- Darling, F.F.: (1937) A Herd of Red Deer
Oxford University Press London
- Domanow, I.I.: (1952) Motorische Abwehrreflexe des
Schafes
In: Porzig, E.: Das Verhalten
landwirtschaftlicher Nutztiere
Parey Berlin 1969
- Fischel, W.: (1930) Weitere Untersuchungen der
Ziele der tierischen Handlung
Z. vgl. Physiol. 11, 523-548
- Grzimek, B.: (1952) Versuche über das Farbensehen von
Pflanzenessern 1. Das farbige
Sehen (und die Sehschärfe)
von Pferden
Z. Tierpsychol. 9, 23-39

- Gordon, J.G.: (1950) Food selection by ruminants
Anim. Behav. 1, 1-10
- Hajos, A.: (1962) Farbsinnesunterscheidung ohne
 "Farbsehen"
Naturwiss. 49, 35-37
- Hoffmann, G.: (1957) Untersuchungen über das Seh-
 vermögen des Zehn-
Z. Tierpsychol. 2, 272-276
- Kittredge, E.: (1928) Some experiments on the brightness
 value of red for the light
 adapted eye of the calf
J. comp. Psychol. 2, 111-114
- Klopfer, F.D. und
 Butler, R.L.: (1964) Color vision in swine
Am. Zoologist 4, 701
- Kenner, E.: (1929) Untersuchungen über die Reizung
 mit besonderer Berücksichtigung
 der äußeren Körperschicht
J. comp. Psychol. 2, 111-114
- Mudra, A.: (1958) Statistische Methoden für
 Tierpsychologen
 Parey Berlin
- Rensch, B. und
 Altevogt, A.: (1955) Visuelles Lernvermögen des
 indischen Elefanten
Z. Tierpsychol. 10, 110-114
- Schäfer, E.: (1951) Einige Beobachtungen zur Ver-
 haltenweise von Steppenscheffern
J. comp. Psychol. 2, 111-114
 u. *Haustiergenetik* 1, 30-32
- Seitz, A.: (1951) Untersuchungen über das Formen-
 sehen u. die optische Größen-
 unterscheidung bei der Rinder-
Z. Tierpsychol. 2, 111-114

- Stratton, G.M.: (1923) The colour red, and the anger
of cattle
Psychol. Rev. 30, 321-325
- Tribe, D.E. und (1949) The importance of colour
Gordon, J.G.: vision to the grazing sheep
J. agric. Sci. 39, 313-314
- Zürn, J.: (1902) Vergleichend histologische
Untersuchungen über die Retina
und die area centralis retinae
der Haussäugetiere
Arch. Anat. Physiol., suppl.

Danksagung

Herrn Priv.-Doz. Dr. Dr. H. H. Sambraus bin ich für die Überlassung des Themas und die Betreuung bei der Arbeit sehr dankbar.

Dank schulde ich auch Herrn Prof. Dr. W. Leidl, der das gesamte Versuchsmaterial und das Versuchsgelände zur Verfügung stellte.

Ferner ist Herrn Dr. R. Hilz für seine Beratung und Hilfe bei physikalischen Fragen zu danken.

Lebenslauf

Gotlind Riese

geboren am 12.11.49 in Wildbad

Eltern: Lambert und Annaliese Riese, geb. Niemann

Ausbildung:

1956-1960: Grundschule in Wildbad

1960-1966: Progymnasium in Wildbad

1966-1968: Hebel-Gymnasium in Pforzheim

1968-1973: Studium der Tiermedizin an der
Ludwig-Maximilians-Universität
München

1974 Anfertigung der vorliegenden Dissertation

